

**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

FACULTAD DE INGENIERIAS

CARRERA INGENIERIA MECANICA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
MECANICO**

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA CAMA HIDRAULICA
AUTOMATIZADA PARA LA FLOTA DE AVIONES T-34C-1 DE LA FUERZA
AEREA ECUATORIANA**

AUTORES:

**DIEGO GABRIEL CACERES REYES
RAUL ANDRES GUEVARA BARRETO**

DIRECTOR:

ING. FABIO OBANDO

QUITO, FEBRERO DE 2012

DECLARACIÓN

Nosotros, Diego Gabriel Cáceres Reyes y Raúl Andrés Guevara Barreto, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que los conceptos desarrollados, análisis realizados y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Diego Gabriel Cáceres Reyes

C.C. 1715307987

Raúl Andrés Guevara Barreto

C.C. 1720024288

Certifico que el presente trabajo de tesis ha sido
realizado en forma total por los Sres. Diego Gabriel
Cáceres Reyes y Raúl Andrés Guevara Barreto

Ing. Fabio Obando

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mis padres, José Cáceres y Carmen Reyes; quienes con su apoyo y confianza me han alentado y acompañado siempre y en cada uno de los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

A mi gatito Thomas por acompañarme en esas largas noches de estudio, siempre te recordare.

Diego Gabriel Cáceres Reyes

DEDICATORIA

A mi Padre, DIOS eterno, Señor de Señores.

Con el corazón palpitante de emoción, el presente trabajo lo dedico con todo cariño a mi Padre, Dr. Raúl Guevara Falcón, a mi Madre, Ing. Myrleyth Barreto Santos; quienes con su apoyo incondicional e inspiración en cada paso de mi vida supieron entregar todo de sí, pues con este trabajo los tres hemos logrado uno de nuestros sueños.

A mi hermana Evelyn Mirley, por ser mi confidente, cómplice y encubridora.

A mis abuelitas porque ahora tengo dos angelitos en el cielo.

Raúl Andrés Guevara Barreto

AGRADECIMIENTO

A nuestros familiares que con su apoyo incondicional durante nuestra vida universitaria han hecho posible culminar este trabajo.

Al personal docente y administrativo de la Universidad Politécnica Salesiana, a la cual pertenecemos, por toda la ayuda brindada.

A nuestros profesores, que supieron brindarnos innumerables consejos y enseñanzas, los cuales permitieron culminar con éxito esta etapa de nuestras vidas.

En especial a nuestro Director de Tesis, Ing. Fabio Obando, quien con desinteresada labor depositó su conocimiento durante nuestra etapa formativa.

A nuestros amigos y compañeros quienes con su amistad y apoyo salvamos los retos durante estos años de estudios universitarios.

Al personal del Centro de Ingeniería y Mantenimiento de Aeronaves Militares de la Base Aérea Cotopaxi de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, quienes hicieron posible realizar este trabajo.

Nuestro agradecimiento especial al Escuadrón de Aerotécnicos de la sección de mantenimiento del hangar militar de la Base Aérea Cotopaxi, quienes apoyaron y contribuyeron en la realización de esta tesis.

Los Autores

INDICE

Introducción.....	I
Planteamiento del Problema.....	II
Tema.....	III
Justificación.....	III
Objetivos.....	V
Hipótesis.....	VI
Alcance.....	VII
Método.....	VIII
Definición de Términos.....	IX

CAPITULO I

Fundamento Teórico.....	1
1.1 La Hidráulica.....	2
1.1.1 Historia.....	2
1.1.2 Prensa Hidráulica.....	2
1.1.3 Ventaja Mecánica.....	3
1.1.4 Cilindros de Doble Efecto.....	4
1.1.4.1 Características del Cilindro.....	4
1.1.4.2 Las Partes.....	5
1.1.5 Calculo de la Fuerza de Empuje.....	6
1.1.6 Tipos de Fluidos Hidráulicos.....	7

1.1.7 Propiedades de los Líquidos Hidráulicos.....	9
1.1.7.1 Viscosidad.....	10
1.2 Soldadura Sistema MIG.....	11
1.2.1 Características.....	11
1.2.2 Principales Ventajas.....	12
1.2.3 El Proceso.....	12
1.2.4 Condiciones Operacionales.....	13
1.2.5 La Porosidad.....	14
1.2.6 Equipo para la Soldadura MIG.....	14

CAPITULO II

Análisis de Alternativas.....	16
2.1 Tipos de Elevadores Hidráulicos.....	16
2.1.2 Gato Hidráulico Tipo Trípode.....	17
2.2 Sistema de Control.....	18
2.3 Gato – Telescópico, Trípode.....	19
2.3.1 Datos Característicos.....	20
2.3.2 Procedimiento para el uso de la Gata-Trípode.....	21
2.3.3 Operaciones de Mantenimiento.....	23
2.4 Conclusión.....	24

CAPITULO III

Cálculos.....	25
3.1 Cuando se alivia la presión en el cilindro hidráulico.....	29
3.1.1 Comprobación de resultados Autocad Mechanical.....	29
3.1.2 Momento flexionante máximo.....	40
3.2 Cuando el cilindro esta en uso.....	41
3.2.1 Comprobacion de resultados Autocad Mechanical.....	41
3.2.2 Momento flexionante máximo.....	52
3.3 Para seleccionar el tipo de perfil.....	53
3.4 Análisis viga sometida a momento flexionante.....	54
3.5 Esfuerzos combinados.....	56
3.5.1 El esfuerzo producido por flexión.....	57
3.5.2 Esfuerzo combinado cuando se alivia la presión.....	57
3.5.3 Esfuerzo combinado cuando el cilindro esta en uso.....	59
3.6 Análisis de deflexión eje 1.....	61
3.7 Análisis de deflexión eje 2.....	62
3.8 Modelado y Simulación Autodesk Inventor.....	63
3.8.1 Reporte de la simulación.....	63
3.8.2 Desplazamientos totales base inferior.....	67
3.8.3 Factores de seguridad.....	68
3.8.4 Base superior con carga del avión artillado 3800 lb.....	69
3.8.5 Desplazamientos totales base superior.....	70
3.8.6 Factor de seguridad.....	71

3.8.7 Simulación cama hidráulica completa.....	73
3.8.8 Desplazamientos totales.....	73
3.8.9 Factor de seguridad de toda la máquina.....	74

CAPITULO IV

Costos de la Cama Hidráulica Automatizada.....	76
4.1 Costos de materiales empleados.....	76
4.2 Costo del sistema hidráulico.....	78
4.3 Costos de insumos indirectos.....	78
4.4 Costos de maquinaria.....	79
4.5 Costos de mano de obra.....	80
4.6 Costos totales.....	80
4.7 Otros rubros.....	81
4.8 Costo total de Construcción.....	81

CAPITULO V

Manual de operación y mantenimiento.....	82
5.1 Manual de operación.....	82
5.2 Manual de mantenimiento.....	83
5.2.1 Comprobaciones.....	83
5.2.2 Actuaciones.....	84
5.2.3 Frecuencia de mantenimiento.....	84
5.3 Protocolo de pruebas.....	86

Conclusiones.....	87
Recomendaciones.....	88
Fuentes de referencia.....	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Serrería Romana de Hierápolis.....	2
Figura 1.2 Prensa Hidráulica.....	3
Figura 1.3 Cilindro de doble efecto	5
Figura 1.4 Carrera y tracción o retracción del cilindro.....	7
Figura 1.5 Diagrama esquemático del equipo MID	15
Figura 2.1 Gato hidráulico tipo trípode.....	17
Figura 2.2 Gato – Telescópico, Trípode para el Avión Mirage F1.....	19
Figura 2.3 Gata Trípode 60KN.....	20
Figura 2.4 Gata Trípode 80KN.....	20
Figura 2.5 Gata Trípode 60 KN.....	22
Figura 2.6 Reservorio, llave de retorno, Bomba.....	22
Figura 2.7 Tuerca de seguridad.....	22
Figura 2.8 Avión Mirage F1.....	23
Figura 2.9 Avión Mirage F1.....	23
Figura 3.1 Elemento FG.....	29
Figura 3.2 Carga Nodo H.....	30
Figura 3.3 Carga Nodo G.....	30
Figura 3.4 Elemento BH.....	31
Figura 3.5 Carga Nodo H.....	32
Figura 3.6 Carga Nodo B.....	32
Figura 3.7 Elemento GD.....	33
Figura 3.8 Carga Nodo G.....	34

Figura 3.9 Carga Nodo F.....	34
Figura 3.10 Carga Nodo D.....	35
Figura 3.11 Elemento CI.....	36
Figura 3.12 Carga Nodo C.....	37
Figura 3.13 Carga Nodo I.....	37
Figura 3.14 Elemento AE.....	39
Figura 3.15 Carga Nodo A.....	39
Figura 3.16 Carga Nodo E.....	40
Figura 3.17 Diagrama de momento – MD.Solid.3.5.....	40
Figura 3.18 Elemento GH.....	41
Figura 3.19 Carga Nodo H.....	42
Figura 3.20 Carga Nodo G.....	42
Figura 3.21 Elemento GH.....	43
Figura 3.22 Carga Nodo H.....	43
Figura 3.23 Carga Nodo G.....	44
Figura 3.24 Elemento GD.....	46
Figura 3.25 Carga Nodo G.....	46
Figura 3.26 Carga Nodo D.....	47
Figura 3.27 Elemento CI.....	48
Figura 3.28 Carga Nodo C.....	49
Figura 3.29 Carga Nodo I.....	49
Figura 3.30 Elemento AE.....	50
Figura 3.31 Carga Nodo A.....	50
Figura 3.32 Carga Nodo E.....	52

Figura 3.33 Diagrama de momento – MD.Solid.3.5.....	52
Figura 3.34 Análisis de deflexión eje 1.....	61
Figura 3.35 Análisis de deflexión eje 2.....	62
Figura 3.36 Reporte de la simulación (sin soldadura).....	63
Figura 3.37 Reporte de la simulación (sin soldadura).....	65
Figura 3.38 Desplazamientos totales base inferior.....	67
Figura 3.39 Factores de seguridad.....	68
Figura 3.40 Análisis base superior.....	69
Figura 3.41 Análisis base superior con carga del avión artillado 3800lb.....	69
Figura 3.42 Desplazamientos totales base superior.....	70
Figura 3.43 Factores de seguridad.....	71
Figura 3.44 Simulación Cama Hidráulica Completa.....	73
Figura 3.45 Desplazamientos totales.....	73
Figura 3.46 Factor de seguridad de toda la máquina.....	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Resultados eje 1.....	62
Tabla 3.2 Resultados eje 2.....	63
Tabla 3.3 Reporte de la simulación (sin soldadura).....	64
Tabla 3.4 Resultados la fuerza de reacción y el momento en las restricciones.....	66
Tabla 3.5 El resumen del resultado.....	66
Tabla 3.6 El resumen del resultado.....	72
Tabla 3.7 El resumen del resultado.....	75
Tabla 4.1 Costos de materiales empleados.....	77
Tabla 4.2 Costo del sistema hidráulico.....	78
Tabla 4.3 Costos de insumos indirectos.....	78
Tabla 4.4 Costo de maquinaria.....	79
Tabla 4.5 Costos de mano de obra.....	80
Tabla 4.6 Costos Totales.....	80
Tabla 4.7 Costo total de la construcción.....	81
Tabla 5.1 Hoja de mantenimiento.....	85
Tabla 5.2 Protocolo de pruebas.....	86

INTRODUCCION

Desde los inicios de la aviación militar ecuatoriana, día que se conmemora el 27 de Octubre de 1920, sus primeros pasos a través de hitos de la aviación como: José María Flores realizador del primer vuelo en el Ecuador, Cosme Rennella Barbatto héroe de la primera Guerra Mundial con las Fuerzas Italianas, entre muchos otros históricos baluartes de la Fuerza Aérea nacional.

La aviación ha sido partícipe de muchos cambios y mejoras a través de los tiempos, en los cuales siempre ha tomado parte importante el mantenimiento aeronáutico para así llegar a lo que es la Fuerza Aérea en la actualidad, la cual dispone de numerosos Repartos a nivel nacional, Bases Aéreas y Alas de Combate, las cuales son un claro ejemplo de lo grande, sofisticado y vanguardista que es la aviación a nivel nacional.

Acorde a esto La DIAF - Dirección de La Industria Aeronáutica y sus centros adscritos estos son responsables de la investigación y mantenimiento de aeronaves civil y militar a nivel nacional e internacional; Centros como son: El CIMAM - Centro de Ingeniería y Mantenimiento de Aeronaves Militares y El CEMA - Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Es así que por su parte El CIMAM-DIAF, desde su creación en junio de 1994; se ha constituido en un organismo líder en el desarrollo de diversos sistemas aeronáuticos, los cuales son utilizados en aeronaves de las Fuerza Armadas.

Por ser eje dentro del desarrollo aeronáutico del país, La DIAF ha sido acreedora mediante un concurso de merecimientos, de encargarse del proyecto de modernización de la flota de aviones T-34C-1 de La FAE - Fuerza Aérea Ecuatoriana, este ambicioso proyecto de la Fuerza Aérea inicia en mayo del 2005, el cual es desarrollado por su centro adscrito CIMAM-DIAF en el hangar de aviones militares de La BACO - Base Aérea Cotopaxi.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La DIAF y sus centros adscritos estos son responsables de la investigación y mantenimiento de aeronaves civil y militar a nivel nacional e internacional; Centros como son: El CIMAM y CEMA. Por su parte El CIMAM-DIAF, se ha constituido en un organismo líder en el desarrollo de diversos sistemas aeronáuticos, los cuales son utilizados en aeronaves de las Fuerza Armadas.

En el caso particular el centro adscrito encargado del proyecto de modernización de la flota de aviones T-34C-1 de La FAE, es el CIMAM-DIAF, pero a pesar de su importancia ha atravesado dificultades algunas que se mantienen hasta la actualidad, entre estas se tiene: la escasez de partes y repuestos, insuficiente asignación presupuestaria, documentación técnica desactualizada, debido a que el avión T-34C-1 es una aeronave del año 1978 su construcción y elaboración de partes, equipos y repuestos es de forma artesanal o bajo pedido. En el taller de la sección mantenimiento se utiliza equipos de prueba y trabajos que se operan parcialmente e incluso algunos inexistentes los cuales limitan y dificultan los procedimientos de trabajo.

Estas dificultades se suscitan ya que el avión T-34C-1, fue construido por la empresa BEEHCRAFT, la misma que no opera como tal en la actualidad, por ello los técnicos de mantenimiento que trabajan en el proyecto de modernización, se han visto obligados a realizar adecuaciones parciales y temporales en equipos de trabajo y herramientas, para así alcanzar los objetivos propuestos en la sección de mantenimiento.

Por este motivo, se requiere que las aeronaves dispongan de una cama hidráulica automatizada adecuada, reduciendo de este modo los tiempos muertos y los riesgos laborales de los técnicos, al efectuar los chequeos, reparaciones e inspecciones de mantenimiento.

TEMA

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA CAMA HIDRAULICA AUTOMATIZADA PARA LA FLOTA DE AVIONES T-34C-1 DE LA FUERZA AEREA ECUATORIANA.

JUSTIFICACION

Nuestras razones por la cual se realiza esta investigación son:

Para el desarrollo de este proyecto el CIMAM dispone de varias secciones entre las cuales la sección de mantenimiento, la cual a su vez consta con el siguiente personal 2 oficiales, 1 supervisor y 8 aerotécnicos los mismos que se encuentran encargados de todos los sistemas mecánicos de esta aeronave.

Los aviones T-34C-1 llegan al país luego de una ardua gestión por parte de las autoridades, seleccionando este tipo de aeronave por sus notables características y facilidades que brinda como avión de entrenamiento. Es por este motivo que este escuadrón de aeronaves opera en la Escuela Superior Militar de Aviación (ESMA), ubicada en la ciudad de Salinas, centro de formación de los señores oficiales pilotos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, en donde las aeronaves brindan servicio para la instrucción y capacitación de futuros pilotos de la Fuerza Aérea.

El avión T-34C-1 por ser una aeronave que proporciona una gran versatilidad en vuelo que es ideal para la preparación y entrenamiento de los cadetes, debido a esto es trascendental para el Escuadrón de Entrenamiento Aéreo, la completa operatividad de las aeronaves, a través del proyecto de modernización y re-potenciación de las mismas, lo más pronto posible; ya que esto permitirá un proceso de formación más favorable al contar con un mayor número de aeronaves para realizar horas vuelo y convertirse en pilotos diestros y preparados para defender la soberanía de nuestro país. Esta labor se ha

visto entorpecida ya que el avión T-34C-1 a sufrido gran deterioro en muchos de sus componentes estructurales, cableado eléctrico y recubrimiento, debido a que es una aeronave antigua y opera en un ambiente con un alto nivel de salinidad, dicho detrimento compromete la seguridad en vuelo de las aeronaves por tal motivo es importante procurar que el mantenimiento que se realice a las aeronaves sea efectuado de la mejor manera en el menor tiempo posible, observando siempre que los procedimientos de mantenimiento se los ejecute con los equipos y herramientas adecuadas, para así impedir cualquier retraso y dificultad.

Así mismo la pronta solución de los inconvenientes y problemas que ha enfrentado el proyecto de modernización ayudará y beneficiará, a que en futuros trabajos de mantenimiento regular, que se deban realizar a este escuadrón sean efectuados con mayor facilidad, ya que al contar con todo lo necesario para ejecutar un trabajo, este procedimiento puede ser cumplido de una manera eficiente y segura.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y Construir una cama hidráulica automatizada para realizar los trabajos y tareas de mantenimiento del avión T-34C-1, en el cronograma estipulado, cumpliendo estándares de calidad y las normas de seguridad establecidas en nuestro país, para mejorar la eficiencia de los aerotécnicos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un estudio técnico para el diseño de la cama hidráulica para los trabajos de mantenimiento del avión T-34C-1.
- Analizar los datos técnicos del avión T-34C-1 que influenciaran directamente en la cama hidráulica.
- Diseñar un diseño básico de la cama hidráulica, de este modo se ayudara a mejorar el trabajo y la ergonomía de los técnicos.
- Ejecutar la construcción de la cama hidráulica cumpliendo con normas pre establecidas como selección de material y tolerancias.
- Realizar las pruebas de funcionamiento.

HIPOTESIS

HIPOTESIS GENERAL

- El diseño y construcción de la cama hidráulica automatizada se basa en el cumplimiento de normas y cálculos estructurales que ha llevado al éxito este proyecto. Con esta cama hidráulica automatizada influirá positivamente en el desempeño de las tareas y trabajos de mantenimiento en la flota de aviones del T-34C-1, realizada por los aerotécnicos de la sección de mantenimiento del hangar militar CIMAM

HIPOTESIS ESPECÍFICAS

- La operación técnica y automatizada de la cama hidráulica tiene relación directa con las tareas y trabajos de mantenimiento, ya que estas pueden ser cumplidas de manera eficiente y segura.
- El diseño de la cama hidráulica automatizada favorece el éxito del proyecto de modernización de la flota de aviones T-34C-1 en futuros trabajos de mantenimiento regular que se deban realizar a este escuadrón, en relación y comparación con otras camas hidráulicas.
- Una vez terminado el proyecto de modernización de la flota de aviones T-34C-1, esta cama hidráulica automatizada ayudará y beneficiará a la completa operatividad de las aeronaves, lo más pronto posible en tareas de mantenimiento, ya que esto es trascendental para el Escuadrón de Entrenamiento Aéreo.

ALCANCE

El presente trabajo de investigación tiene como límites la sección de mantenimiento del proyecto de modernización del avión T-34C-1 del Centro de Ingeniería y Mantenimiento de Aeronaves Militares, con el propósito de dotar de equipos y herramientas automatizadas a mencionada sección considerando que existen otras secciones como las de estructuras, pinturas, electricidad y electrónica de este proyecto e incluso sección de mantenimiento de aviones militares que son dependencias en las que no se centrará nuestro estudio, cabe mencionar que todas estas secciones se encuentran ubicadas en el hangar de aviones militares de La BACO, pero cada una de estas con sus áreas de trabajo designadas independientemente.

La construcción de esta cama hidráulica, permitirá poner en práctica los conocimientos adquiridos en la Universidad, además desarrollar e implementar técnicas de operación y mantenimiento de la cama hidráulica, las mismas que beneficiaran el trabajo del personal de mantenimiento, dicho avión tiene un peso de 977 kg (2.153,3 lb) y un Peso máximo al despegue: 1.315 kg (2.898,3 lb).

METODO

Para el desarrollo de nuestro proyecto utilizamos dos métodos; el método deductivo y el método científico.

METODO DEDUCTIVO

Partiendo de un principio general conocido para llegar a un principio particular desconocido. Partimos de las leyes y normas establecidas para llegar a los hechos, partimos de las causas y necesidades para averiguar su origen y solución.

Utilizamos el análisis para descomponer el todo en sus partes y analizar una a una y llegar a resultados. Es el método más usado en la matemática, ya que llega a formular y plantear resultados.

El proceso que seguimos es: concepto, aplicación, comprensión y demostración.

METODO CIENTIFICO

Tomando en consideración que este método es un conjunto sistematizado de conocimientos que permiten llegar a la respuesta, partimos del conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas, es decir el conocimiento científico es posible cuando se conoce las causas y el motivo de la investigación y por medio de este método tratamos de encontrar la causa final.

El proceso que seguimos es: planteamiento de un tema, acontecimiento o problema, definición del problema y sus características, hipótesis o teoría explicativa de la solución posible, comprobación de la hipótesis, mediante datos y comprobación de los mismos y análisis de resultados.

DEFINICION DE TERMINOS

Abrasión: desgaste de la superficie, producido por rayado continuo, usualmente debida a la presencia de materiales extraños, o partículas metálicas en el lubricante.

Acero: metal formado a base de hierro y aleado con carbono en una proporción entre 0,03% y 12%.

Aleación: es una mezcla homogénea, de propiedades metálicas, que está compuesta de dos o más elementos, de los cuales, al menos uno es un metal.

Amortiguador: es un dispositivo que absorbe energía, utilizado normalmente para disminuir las oscilaciones no deseadas de un movimiento periódico o para absorber energía proveniente de golpes o impactos.

Amperaje: es otra cosa que la fuerza o la potencia en una corriente eléctrica circulando entre dos puntos, estos son el negativo y el positivo a través de un conductor o cable eléctrico.

Automatización: técnica para manejar todo o parte de un proceso de manufactura, incluidos la inspección y el rechazo. Parte o todo el proceso puede quedar bajo control electrónico automático.

Beechcraft: actualmente llamada Beech Aircraft Corporation, es un fabricante de aviones de aviación general y aviación militar, que van desde modelos pequeños de un solo motor, a jets de negocios y transportes militares pequeños.

Corrosión: se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

Deflexión: medida lineal de la cantidad de movimiento que produce una estructura sujeta a un momento de flexión, a una fuerza de corte o a un par.

Desgaste: la pérdida de material de la superficie como resultado de una acción mecánica.

Dureza: es la cantidad de energía que absorbe un material ante un esfuerzo antes de romperse o deformarse.

Elasticidad: propiedad de un cuerpo para volver a tomar su tamaño o forma originales después de haber sido deformada por fuerzas externas.

Ergonomía: la ergonomía es la ciencia científica que trata del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador.

Escuadrón: es una fracción de caballería, aeronaves militares o buques de guerra compuesta habitualmente de cuatro secciones que es mandada por un capitán.

Fluido hidráulico: es un líquido transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.

Fricción: Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción, entre dos superficies en contacto, a aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies.

Lubricación: distribución de lubricante entre superficies de contacto en movimiento, a fin de reducir la fricción entre ellas.

Lubricante: sustancia que sirve para reducir la fricción entre superficies de rozamiento en movimiento relativo.

Mecanismo: se llama mecanismo a la maquina simple un conjunto estas, que a través de sólidos resistentes, elementos elásticos, etc., móviles unos respecto de otros, unidos entre sí mediante diferentes tipos de uniones, llamados pares cinemáticos (pernos, uniones de contacto, pasadores, etc.), cuyo propósito es la transmisión de las Energía mecánica y de su estudio se ocupa la mecánica.

Mirage F1: es un caza de superioridad aérea y avión de ataque de tercera generación, diseñado y construido por la empresa francesa Dassault Aviation.

Pandeo: es un fenómeno de inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos, y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión.

Pistón: Se trata de un émbolo que se ajusta al interior de las paredes del cilindro mediante aros flexibles llamados segmentos o anillos.

T-34C: Turbo Mentor: entrenador primario de la marina de Estados Unidos

T-34C-1: variante de exportación del turbo mentor, dotada de puntos de anclaje bajo las alas, para ataque ligero.

Viscosidad: es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales.

Voltaje: la tensión eléctrica o diferencia de potencial (en algunos países también se denomina voltaje) es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.

CAPITULO I

FUNDAMENTO TEORICO

El presente fundamento teórico fundamenta el tema a través de conceptos, definiciones, concepciones, técnicas y teorías experimentales. Esta sistematizado y ordenado de tal forma que sea útil y comprensible.

1.1 LA HIDRÁULICA.

Es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa (fuerza) y empuje de la misma.

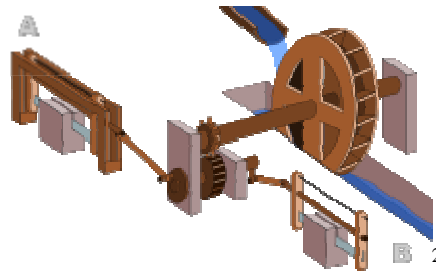
1.1.1 HISTORIA.

Desde la creación el hombre ha estado empeñado en multiplicar su fuerza física. Inicialmente se asocio con otros para aplicar cada uno su fuerza individual a un solo objeto. Posteriormente un ilustre desconocido inventó la rueda y otros la palanca y la cuña. Con estos medios mecánicos se facilitaron enormemente las labores. Pronto estos elementos se combinaron y evolucionaron hasta convertirse en ingenios mecánicos muy diversos, que fueron utilizados en la construcción de los pueblos, en las guerras y en la preparación de la tierra.¹

¹ Historia de la hidráulica - Mecánica de Fluidos y Recursos.
Hidráulicos.<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/historia/historiadelahidraulica/historiadelahidraulica.html>.

Las civilizaciones más antiguas se desarrollan a lo largo de los ríos más importantes de La Tierra, como el Tigris e Indo. La experiencia y la intuición guiaron a estas comunidades en la solución de los problemas relacionados con las numerosas obras hidráulicas necesarias para la defensa ribereña, el drenaje de zonas pantanosas, el uso de los recursos hídricos, la navegación.

Más tarde se observó que una rueda alimentada desde arriba era más eficiente, al aprovechar también la diferencia de peso entre las tazas llenas y las vacías.



Fuente: Grewe, Klaus, 2010

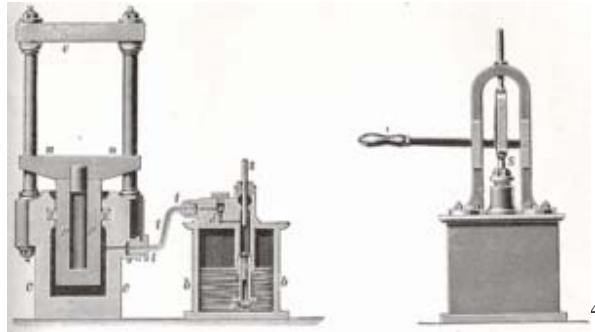
Figura 1.1 Serrería Romana de Hierápolis³

1.1.2 PRENSA HIDRÁULICA

Una prensa hidráulica es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores. Los pistones son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos. Estos hacen funcionar conjuntamente a las prensas hidráulicas por medio de motores.

² http://es.wikipedia.org/wiki/Serrer%C3%ADa_de_Hier%C3%A1polis.

³ Serrería romana de Hierápolis, antigua ciudad helenística (Turquía), del siglo III de la Era Cristiana, es la muestra más antigua de mecanismo biela-manivela.



Fuente: Wikipedia, 2012

Figura 1.2 Prensa Hidráulica

En el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al principio mediante el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite con la misma intensidad en todas direcciones. Gracias a este principio se pueden obtener fuerzas muy grandes utilizando otras relativamente pequeñas. Uno de los aparatos más comunes para alcanzar lo anteriormente mencionado.

1.1.3 VENTAJA MECÁNICA

Puede ser de dos tipos, ventaja mecánica teórica (VMT) y ventaja mecánica práctica (VMP). La primera es obtenida de las supuestas condiciones ideales (miembros rígidos provistos de peso, ausencia de fricción, etc.), y se puede deducir a partir de la ley de equilibrio de la máquina. Siempre es mayor a la segunda, ya que en la práctica no existe el rendimiento de una máquina del 100%.

⁴ Antigua prensa hidráulica.

http://es.wikipedia.org/wiki/Prensa_hidr%C3%A1ulica.

1.1.4 CILINDROS DE DOBLE EFECTO

El cilindro de doble efecto puede realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos, es decir, el desplazamiento del émbolo por la presión del aire comprimido tiene lugar en un dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno.

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

1.1.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL CILINDRO

El cilindro consiste en un émbolo o pistón operando dentro de un tubo cilíndrico. Los cilindros actuadores pueden ser instalados de manera que el cilindro esté anclado a una estructura inmóvil y el émbolo o pistón se fija al mecanismo que se accionará, o el pistón o émbolo se puede anclar a la estructura inmóvil y el cilindro fijado al mecanismo que se accionará.

Los cilindros actuadores para los sistemas neumáticos e hidráulicos son similares en diseño y operación. Algunas de las variaciones de los cilindros tipo émbolo y tipo pistón de impulsión se describen en los párrafos siguientes.

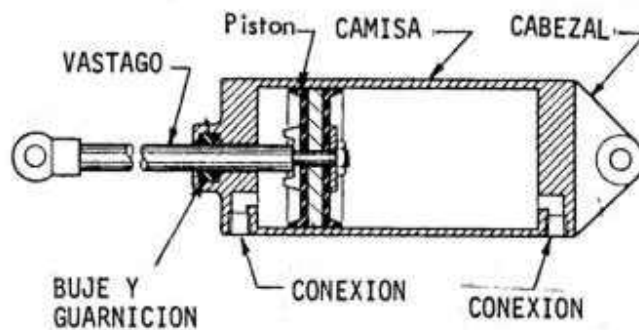
El cilindro tipo pistón es el tipo más comúnmente usado en los sistemas de potencia fluida. Las partes esenciales de un cilindro tipo pistón son un barril cilíndrico o camisa, un pistón y un vástago, cabezales extremos, y guarniciones convenientes para mantener el sellado. Los cabezales se encuentran fijados en los extremos de la camisa.

Estos cabezales extremos contienen generalmente los puertos fluidos. Un cabezal extremo del vástago contiene una perforación para que el vástago de pistón pase a través del mismo. Sellos convenientes llamados guarniciones se utilizan entre la perforación y el vástago del pistón para evitar que el líquido se escape hacia fuera y para evitar que la suciedad y otros contaminantes entren en la camisa.

El cabezal del extremo contrario de la mayoría de los cilindros está provisto de un vínculo mecánico para asegurar el cilindro actuador a algún tipo de estructura. Este cabezal extremo se conoce como el cabezal de anclaje.

1.1.4.2 LAS PARTES SON

- 1) La camisa cilíndrica encerrada entre dos cabezales.
- 2) El pistón con sus guarniciones.
- 3) El vástago con su buje y guarnición.
- 4) Dos conexiones entrada y salida de líquido hidráulico.



5

Fuente: Cilindros hidráulicos y neumáticos

Figura 1.3 Cilindro de doble efecto

⁵ En la figura 1.3, vemos un corte esquemático de un cilindro típico. Este es denominado de doble efecto por que realiza ambas carreras por la acción del fluido.

El vástago del pistón se puede extender a través de cualquiera o de ambos extremos del cilindro. El extremo extendido del vástago es normalmente roscado para poder fijar algún tipo de vínculo mecánico, tal como un perno de argolla, una horquilla, o una tuerca de fijación.

Esta conexión roscada del vástago y del vínculo mecánico proporciona un ajuste entre el vástago y la unidad sobre la que accionará. Después de que se haga el ajuste correcto, la tuerca de fijación se ajusta contra el vínculo mecánico para evitar que el mismo gire.

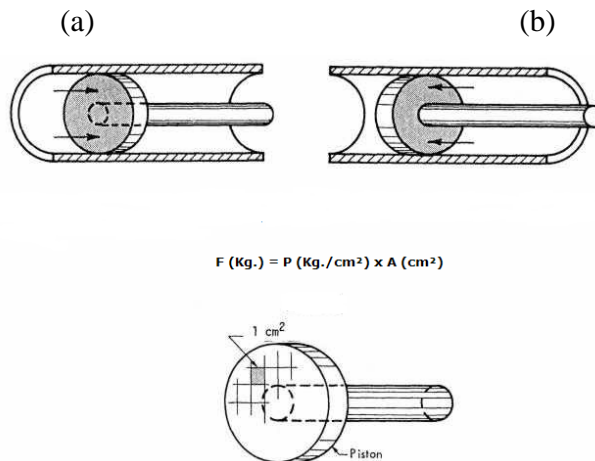
El otro extremo del vínculo mecánico se fija, directamente o a través de un acoplamiento mecánico adicional, a la unidad que se accionará. De manera de satisfacer los variados requisitos en los sistemas de potencia fluidos, los cilindros tipo pistón están disponibles en variados diseños.

1.1.5 CALCULO DE LA FUERZA DE EMPUJE

Como se puede ver son vistas en corte de un pistón y vástago trabajando dentro de la camisa de un cilindro. El fluido actuando sobre la cara anterior o posterior del pistón provoca el desplazamiento de este a largo de la camisa y transmite su movimiento hacia afuera a través del vástago.

El desplazamiento hacia adelante y atrás del cilindro se llama "carrera". La carrera de empuje se observa en la figura (a) y la de tracción o retracción en la figura (b).

La presión ejercida por el aire comprimido o el fluido hidráulico sobre el pistón se manifiesta sobre cada unidad de superficie del mismo.



6

Fuente: Cilindros hidráulicos y neumáticos

Figura 1.4 Carrera y tracción o retracción del cilindro

1.1.6 TIPOS DE FLUIDOS HIDRAULICOS

Se pueden distinguir tres tipos de líquidos hidráulicos, que se clasifican según su origen: líquidos hidráulicos de origen vegetal, líquidos hidráulicos de origen mineral, y finalmente líquidos hidráulicos sintéticos. Los primeros han dejado de usarse en la práctica.

Los distintos tipos de líquidos hidráulicos se colorean con fines de identificación. La razón de ello es que muchos componentes del sistema hidráulico, en contacto con el líquido, como sellos y las juntas del sistema, están especificados para empleo con un líquido o líquidos que cumplen ciertas propiedades, esto es, conformes a especificaciones o normas determinadas, de tal manera que se puede deteriorar por ataques químicos que provoca el propio fluido. El resultado puede conducir a la inoperatividad del sistema por fallo de los componentes que aseguran la estanqueidad.

⁶ El desplazamiento hacia adelante y atrás del cilindro se llama "carrera". La carrera de empuje se observa en la, Fig. (a) y la de tracción o retracción en la Fig. (b).
http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm

Los códigos de colores son los siguientes:

- Los líquidos hidráulicos de origen vegetal son normalmente incoloros, a veces con aspecto azulado, estos líquidos son una mezcla hecha a base de aceite de castor y de alcohol. Estos líquidos permiten el empleo de elementos de goma natural en las condiciones y accesorios del sistema. Así, pues, los sellos, retenes y mangueras deben ser de goma natural. La presencia de alcohol, que proporciona al líquido la fluidez necesaria, ya denota que son líquidos inflamables.
- Los de origen mineral son de color rojo, es muy empleado en aviación general. Se emplea en amortiguadores, frenos, o sistemas hidráulicos completos. Se deben emplear retenes y mangueras sintéticas con este tipo líquidos. El líquido hidráulico es inhibidor de la corrosión cuando después de 72 horas a 135°C, las piezas de acero, aluminio, magnesio o de acero cadmiado no sufren una variación de peso (por corrosión) superior a 0,2 miligramos por centímetro cuadrado de superficie. Además, examinadas las piezas con una lupa de 20 aumentos, no se deben detectar picaduras o zonas de corrosión.
- Los líquidos hidráulicos sintéticos son de color verde, púrpura o ámbar, este líquido hidráulico posee propiedades ignífugas (o al menos, que no colabore a la propagación del fuego); además, posee un campo de operación térmica más amplio que los de origen mineral. A estos fines responden los líquidos hidráulicos sintéticos. Mucha atención cuando se manejan los líquidos sintéticos, son corrosivos, usar guantes, gafas y cremas protectoras en los brazos si es necesario.

1.1.7 PROPIEDADES DE LOS LIQUIDOS HIDRAULICOS

Hemos visto en los puntos precedentes que la transmisión de la presión hidráulica se efectúa por medio de un fluido, llamado líquido o fluido hidráulico.

- La viscosidad del líquido debe ser media; ni el fluido debe ser tan viscoso que impida la operación rápida de las bombas hidráulicas y de los mecanismos hidráulicos, ni que su fluidez de lugar a la aparición rápida de fugas de líquido en los componentes del sistema. Lo dicho en este momento es aplicable también a la variación de la viscosidad con la temperatura; idealmente, la viscosidad del líquido debe ser afectada lo menos posible por los cambios de temperatura. La propiedad de estabilidad de la viscosidad frente a la temperatura se llama índice de viscosidad.
- El líquido hidráulico debe proporcionar buena lubricación de las bombas y de los componentes del sistema. Es un requisito añadido.
- Debe poseer un campo térmico de operación suficientemente amplio, es decir, mantener el conjunto de sus propiedades dentro de un margen de temperatura del líquido suficientemente amplio, no sólo en lo que se refiere la viscosidad, como se ha dicho anteriormente.
- No debe ser corrosivo; más bien, debe actuar como inhibidor de la corrosión de todas las superficies metálicas mojadas por el líquido.
- Debe tener propiedades antiespumantes.
- Debe poseer un punto de congelación adecuado a las condiciones de operación.

1.1.7.1 VISCOSIDAD

Los líquidos hidráulicos, como todos los fluidos, están compuestos de partículas muy pequeñas llamadas moléculas. Una gota de líquido hidráulico puede contener hasta diez millones de moléculas. La viscosidad de un líquido es precisamente la resistencia que oponen las moléculas a su desplazamiento, a deslizarse unas sobre las otras, como si una lámina se deslizara sobre otra.

Esta definición práctica de la viscosidad da idea de la facilidad o dificultad con la que un líquido puede circular por la tubería. Si el líquido tiene mucha viscosidad, el desplazamiento por un tubo es lento y difícil; si el líquido tiene una viscosidad pequeña, el movimiento es fácil. Se dice entonces que el líquido tiene fluidez. Fluidez es una propiedad inversa de la viscosidad; los líquidos muy viscosos poseen poca fluidez, y su derrame es lento y difícil.

La importancia de la viscosidad, como propiedad fundamental de un fluido, se debe a que afecta a numerosas facetas de su funcionamiento práctico: afecta a las fugas que se producen en los mecanismos, a la pérdida de energía por el rozamiento interno, y, muy en particular, a los posibles daños que se pueden producir por las interferencias y los roces mecánicos debidos al empleo de líquidos de viscosidad inadecuada.

1.2 SOLDADURA SISTEMA MIG

El sistema de soldadura MIG - Metal Inerte Gas, es un proceso de soldadura al arco, donde la fusión se produce por calentamiento con un arco entre un electrodo de metal de aporte continuo y la pieza, donde la protección del arco se obtiene de un gas suministrado en forma externa, el cual protege de la contaminación atmosférica y ayuda a estabilizar el arco.

El proceso MIG/MAG - Metal Inerte Gas / Gas Metal Arc, está definido como un proceso, de soldadura, donde la fusión, se produce debido al arco eléctrico, que se forma entre un electrodo (alambre continuo) y la pieza a soldar. La protección se obtiene a través de un gas, que es suministrado en forma externa.

1.2.1 CARACTERÍSTICAS

La soldadura MIG/MAG es intrínsecamente más productiva que la soldadura MMA - Arc Metal Manual, donde se pierde productividad cada vez que se produce una parada para reponer el electrodo consumido.

Las pérdidas materiales también se producen con la soldadura MMA, cuando la parte última del electrodo es desechada. Por cada kilogramo de electrodo revestido comprado, alrededor del 65% forma parte del material depositado (el resto es desechado).

La utilización de hilos sólidos e hilos tubulares han aumentado esta eficiencia hasta el 80-95%. La soldadura MIG/MAG es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones.

El procedimiento es muy utilizado en espesores delgados y medios, en fabricaciones de acero y estructuras de aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran porcentaje de trabajo manual.

1.2.2 PRINCIPALES VENTAJAS

- Alta productividad o alta tasa de metal adicionado.
- Se puede soldar en todas las posiciones.
- Ausencia de escoria para retirar.
- Buen apariencia o acabado (pocos salpicados).
- Poca formación de gases contaminantes y tóxicos.
- Soldadura de buena calidad radiográfica.
- Se suelda espesores desde 0.7 á 6 mm sin preparación de bordes.
- Proceso semiautomático o automático (menos dependiente de la habilidad de operador).
- Las principales bondades de este proceso son la alta productividad y excelente calidad; en otras palabras, se puede depositar grandes cantidades de metal (tres veces más que con el proceso de electrodo revestido), con una buena calidad.

1.2.3 EL PROCESO PUEDE SER:

a) **Semiautomático.**

La tensión de arco (voltaje), velocidad de alimentación del alambre, intensidad de corriente (amperaje) y flujo de gas se regulan previamente. El arrastre de la pistola de soldadura se realiza manualmente.

b) **Automático**

Todos los parámetros, incluso la velocidad de soldadura, se regulan previamente, y se aplican en forma automática.

c) Robotizado

Este proceso de soldadura, se puede robotizar a escala industrial. En este caso, todos los parámetros y las coordenadas de localización de la unión a soldar; se programan mediante una unidad específica para este fin. La soldadura la realiza un robot al ejecutar la programación.

1.2.4 CONDICIONES OPERACIONALES

El comportamiento del arco, el tipo de transferencia del metal a través del mismo, la penetración, forma del cordón, etc., están condicionados por una serie de parámetros entre los que se destacan:

a) Polaridad

Afecta al tipo de transferencia, penetración, velocidad de fusión del alambre, etc. Normalmente, se trabaja con polaridad inversa.

b) Tensión de arco (Voltaje)

Este parámetro puede regularse a voluntad desde la máquina soldadora y resulta determinante, en el tipo de transferencia.

c) Velocidad de alimentación del alambre

En este proceso no se regula previamente, la intensidad de corriente (amperaje), sino que ésta, por el fenómeno de autorregulación, resulta de la velocidad impuesta al alambre.

1.2.5 LA POROSIDAD

Dentro de los defectos típicos a saber, se encuentra la porosidad. Esta se debe en general, a deficiente protección gaseosa (exceso y/o insuficiencia) durante la operación de soldadura. El gas tiene por misión proteger el electrodo de alambre en fase de fusión y el baño de soldadura, del acceso de aire.

1.2.6 EQUIPO PARA LA SOLDADURA MIG

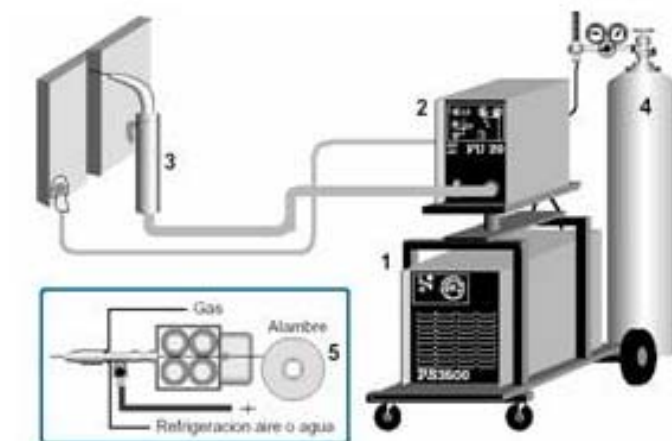
Los generadores más adecuados para la soldadura por el procedimiento MIG son los rectificadores y los convertidores (aparatos de corriente continua).

La corriente continua con polaridad inversa mejora la fusión del hilo, aumenta el poder de penetración, presenta una excelente acción de limpieza y es la que permite obtener mejores resultados.

En la soldadura MIG, el calor se genera por la circulación de corriente a través del arco, que se establece entre el extremo del hilo electrodo y la pieza. La tensión del arco varía con la longitud del mismo. Para conseguir una soldadura uniforme, tanto la tensión como la longitud del arco deben mantenerse constantes. En principio, esto podemos lograrlo de dos formas:

- Alimentando el hilo a la misma velocidad con que éste se va fundiendo.
- Fundiendo el hilo a la misma velocidad con que se produce la alimentación.

La característica voltaje-intensidad nos indica como varia la intensidad, en relación con el voltaje, en el circuito de soldadura, desde la situación del circuito abierto (no circula corriente), hasta la condición cortocircuito (electrodo tocando la pieza).



7

Fuente: Tecnosoud & Soudage

Figura 1.5 Diagrama esquemático del equipo MID

- 1.- Una máquina soldadura.
- 2.- Un alimentador que controla el avance del alambre a la velocidad requerida.
- 3.- Una pistola de soldar para dirigir directamente el alambre al área de soldadura.
- 4.- Un gas protector para evitar la contaminación del baño de fusión.
- 5.- Un carrete de alambre del tipo y diámetro especificado.

⁷ <http://www.tecnosoud.com/riesgos3.htm>

CAPITULO II

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

El presente capítulo fundamenta el tema a través de conceptos, definiciones, concepciones, técnicas y teorías experimentales. Esta sistematizado y ordenado de tal forma que sea útil y comprensible.

Para elevar a los aviones se emplean los elementos llamados gatas o elevadores hidráulicos, los cuales son los encargados de elevar a dicho avión; para elevarlo depende de la forma, peso, características del avión.

Es por esto que para cada tipo de avión hay una gata o elevador hidráulico, el cual a la vez de elevar nos brinda seguridad para realizar distintos trabajos ya sea para mantenimiento, alineación del tren de aterrizaje, etc.

2.1 TIPOS DE ELEVADORES HIDRÁULICOS

Para su uso existen diferentes tipos de elevadores hidráulicos, los cuales son trípode, telescopio-trípode, lagarto, etc.

Dentro de la rama aeronáutica se tiene a estos dos tipos de elevadores hidráulicos, cabe recalcar que esto depende del uso, tipo de avión y el peso del mismo.

El sistema hidráulico pesa relativamente poco en comparación con la cantidad de trabajo que hace. Un sistema mecánico o eléctrico capaz de hacer el mismo trabajo pesa considerablemente más. Dado que el peso de la carga no útil es un factor importante sobre una aeronave, el sistema hidráulico es ideal para el uso en aviación.

Auto lubricación. La mayoría de las partes de un sistema hidráulico operan en un baño de aceite. Los pocos componentes que no requieren lubricación periódica son los vínculos mecánicos del sistema.

Bajos requerimientos de mantenimiento. Los registros de mantenimiento consistentemente muestran que los ajustes y las reparaciones de emergencia a las partes de un sistema hidráulico son necesarios con poca frecuencia.

2.1.2 GATO HIDRAÚLICO TIPO TRÍPODE



Fuente: Langa Industrial

Figura 2.1 Gato hidráulico tipo trípode

La familia de gatos Industriales o gatos hidráulicos para elevar a una determinada altura a un avión tienen cada uno diferentes aplicaciones, estos consisten básicamente en el modelo, carga, uso, de los aviones.

⁸ LANGA INDUSTRIAL - Defensa: Equipos Aeronáuticos
<http://defensa.langaindustrial.es/es/equipos-aeronauticos/gatos-hidraulicos-para-aviones-y-helicopteros>

La capacidad de carga va desde 2 Tm hasta los 150 Tm, este es uno de los rangos mas aplicados en la aeronáutica y los materiales y componentes utilizados son de tipo estándar, con una contrastada fiabilidad y prestaciones en cualquier condición de uso.

2.2 SISTEMA DE CONTROL

DENTRO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE GATOS HIDRÁULICOS, SE OFRECEN 2 POSIBLES SOLUCIONES:

- Sistema de control mediante central electrohidráulica con controles manuales: Accionamiento mediante central electrohidráulica, distribuidores manuales, manómetros de control, sistema de control y protección del sistema eléctrico, 4 servicios de suministro para manejar hasta 4 gatos hidráulicos.
- Sistema de control mediante central electrohidráulica con control electrónico: autómatas programables (PLC) y control mediante pantalla táctil. Puede incluir células de carga, transductores de desplazamiento. El manejo se realiza desde el panel de control con una pantalla táctil y mediante gráficos.

Ventajas:

- Diseño dinámico de fácil transportación
- Bajo costo de mantenimiento
- Resistente a condiciones del terreno en la cual es anclada.

Desventajas:

- No apto para aviones de gran tonelaje
- Su estructura no es la adecuada para soportar diferentes tipos de aviones
- Para uso eventual subida y bajada de aviones

2.3 GATO – TELESCOPICO, TRIPODE



Fuente: Israel Aircraft Industries

**Figura 2.2 JACK- TELESCOPIC, THREE LEGS TO MIRAGE F1 AIRPLANE
GATO – TELESCOPICO, TRIPODE PARA EL AVION MIRAGE F1**

⁹ GROUN SUPPORT EQUIPMENT, Israel Aircraft Industries LTD, Superior Combat Fighter Mirage F1, Catalog Volume 1, GSE 105-01

2.3.1 DATOS CARACTERÍSTICOS:

- (Force) La fuerza :	60KN	80KN
- (Height retracted) La altura retractada:	1290mm	910mm
- (Hydraulic travel) Recorrido hidráulico:	450mm	650mm
- (Approach travel) Viaje de acercamiento:	170mm	450mm
- (Reference) Referencia:	P2087 1A	P2018 1A
- (Serial Number) Número de serie:	2285 313	2285 310
- (Capacite reservoir) Capacidad del tanque:	18dm ³	50dm ³



Fuente: Foto 01, FAE, BACO, Hangar Militar

Figura 2.3 Gata Trípode 60KN



Fuente: Foto 02, FAE, BACO, Hangar Militar

Figura 2.4 Gata Trípode 80KN

2.3.2 PROCEDIMIENTO PARA EL USO DE LA GATA-TRIPODE

Una vez que el avión llega a la plataforma, para las respectivas tareas de mantenimiento, se procede a poner en gatas el avión.

En el caso particular del Avión Mirage F1 (Avión de ataque), se requieren tres gatas, dos de 60KN y una de 100KN, las cuales van en la parte delantera y posterior del avión respectivamente.

a. Poner en gatas el avión.

1. Verificar el nivel de líquido hidráulico en el reservorio.
2. Verificar que la llave de retorno se encuentre cerrada.
3. Proceder a bombear según vaya hacer utilizado.
4. Colocar la tuerca de seguridad.

b. Para bajar el avión.

5. Bombear para desbloquear la tuerca de seguridad.
6. Desbloquear la tuerca de seguridad.
7. Abrir la llave de retorno ligeramente.



Fuente: Foto 03, BACO, Hangar Militar



Fuente: Foto 04, BACO, Hangar Militar

Figura 2.5 Gata trípode 60 KN

Figura 2.6 Reservorio, llave de retorno, Bomba



Fuente: Foto 05, Baco Hangar Militar

Figura 2.7 Tuerca de seguridad

2.4.3 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO¹⁰



Fuente: Foto 06, Hangar Militar



Fuente: Foto 07, Hangar Militar

Figura 2.8 Avión Mirage F1

Figura 2.9 Avión Mirage F1

Ventajas:

- Diseño estructural dinámico que brinda seguridad al elevar al avión.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Posee una tuerca de seguridad.
- Apto para aviones de gran tonelaje, con un máximo y un mínimo.
- Resistente a condiciones del terreno en la cual es anclada debido a los apoyos en sus patas.

Desventajas:

- Alto costo de fabricación.
- Cuidado en la estructura del trípode.
- Ocupa un espacio grande, debido al tonelaje que soporta.

¹⁰ GROUND SUPPORT EQUIPMENT, Israel Aircraft Industries LTD, Superior Combat Fighter Mirage F1, Catalog Volume 1, GSE 105-01

2.4 CONCLUSION

Una vez analizado los sistemas de gatas o elevadores hidráulicos, teniendo presente las características propias de nuestro proyecto, podemos decir que el diseño que nosotros planteamos es el más funcional tanto para su traslado dentro del hangar como para la movilización propia del mismo y la seguridad al elevar dicho avión.

Además la estructura está bien definida y es la adecuada para el modelo de avión especificado anteriormente; teniendo presente que el modelo y diseño de cama hidráulica debe cumplir con especificaciones técnicas aeronáuticas.

CAPITULO III

CALCULOS

Para la realización de los cálculos realizamos:

- Hacemos un análisis de cargas que actúan en la estructura.
- Realizamos diagramas de cuerpo libre de cada uno de los elementos cuando se alivia la presión en el cilindro hidráulico y cuando el cilindro esta en uso.
- Realizamos la comprobación de resultados en el Software AUTOCAD MECHANICAL.
- Encontramos el momento flexionante máximo en los mismos con ayuda del Software MD.SOLIDS.3.5.
- Seleccionamos el perfil en tablas de acuerdo a los resultados obtenidos.
- Realizamos un análisis de esfuerzos combinados en cada uno de los elementos.
- Realizamos un modelado y simulación en AUTODESK INVENTOR.

ANALISIS DE CARGAS

1 PERSONA = 180lb

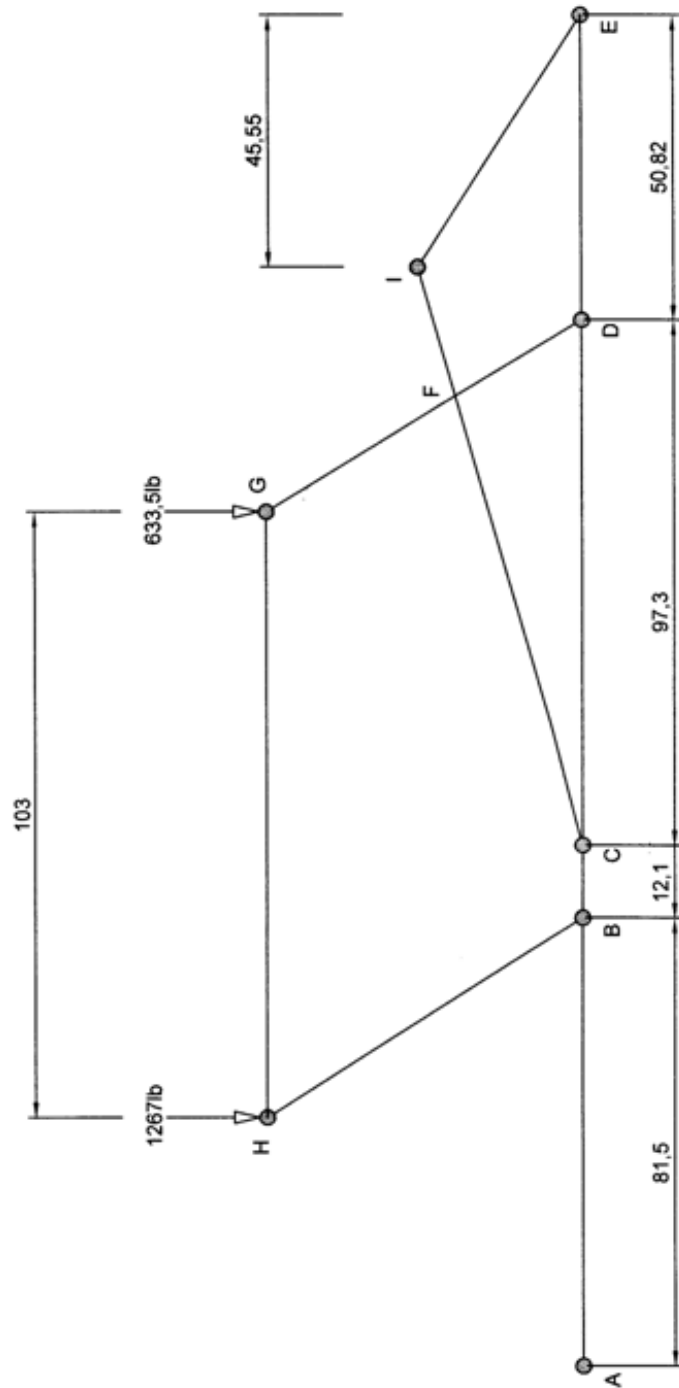
5 PERSONAS = 900lb

PESO MAXIMO DEL AVION = 2900lb
ARTILLADO

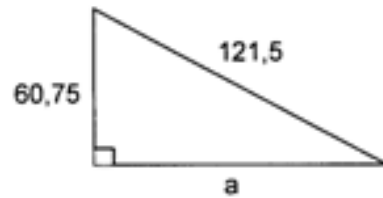
CARGA TOTAL QUE SOPORTA = 3800lb

DISTRIBUIDO EN 3 SOPORTES:

1 SOPORTE = 1267lb



1)



UNIDADES EN CM

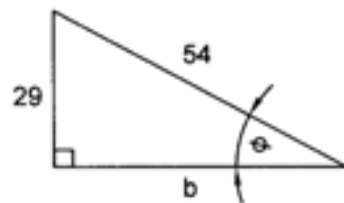
TEOREMA DE PITAGORAS

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$a = \sqrt{121,5^2 - 60,75^2}$$

$$a = 105,22 \text{ cm}$$

2)



LEY DE SENOS

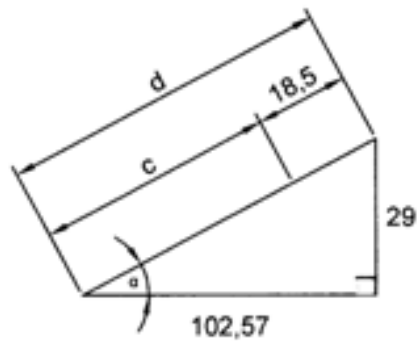
$$\frac{\text{sen } \theta}{29} = \frac{\text{sen } 90}{54}$$

$$\theta = 32,58^\circ$$

$$b = \sqrt{54^2 - 29^2}$$

$$b = 45,55 \text{ cm}$$

3)



$$d = \sqrt{102,57^2 - 29^2}$$

$$d = 106,59 \text{ cm}$$

$$c = x - 18,5$$

$$c = 106,59 - 18,5$$

$$c = 88,09 \text{ cm}$$

$$\frac{\text{sen } \alpha}{29} = \frac{\text{sen } 90}{106,59}$$

$$\alpha = 15,78^\circ$$

5)



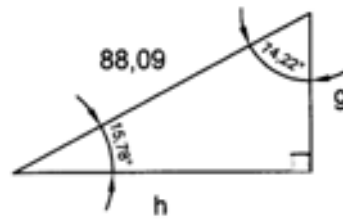
$$\frac{\text{sen } \omega}{49} = \frac{\text{sen } 90}{57,5}$$

$$\omega = 58,44^\circ$$

$$f = \sqrt{57,5^2 - 49^2}$$

$$f = 30,08 \text{ cm}$$

6)



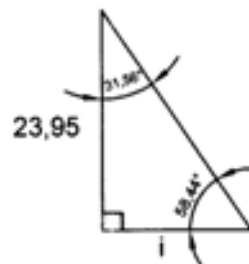
$$\frac{\text{sen } 90}{88,09} = \frac{\text{sen } 15}{g}$$

$$g = 23,95 \text{ cm}$$

$$h = \frac{\text{sen } 74,22 \times 88,09}{\text{sen } 90}$$

$$h = 84,79 \text{ cm}$$

7)

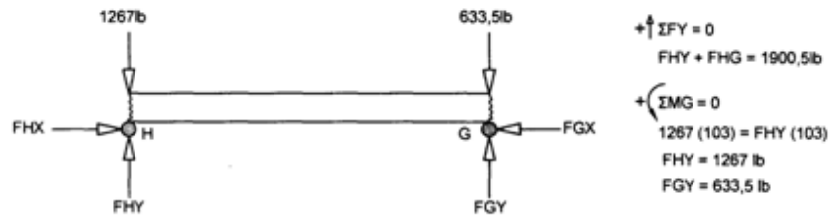


$$i = \text{sen } 31,56 \times 23,95$$

$$i = 12,53 \text{ cm}$$

3.1 CUANDO SE ALIVIA LA PRESION EN EL CILINDRO HIDRÁULICO

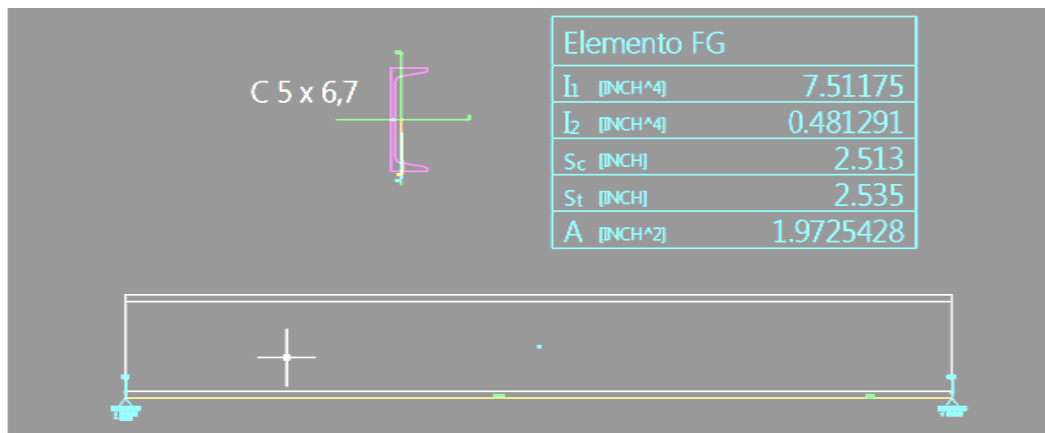
a)



3.1.1 COMPROBACION DE RESULTADOS AUTOCAD MECHANICAL

Para la comprobación de resultado, todos los elementos se simularon en posición horizontal ya que el programa solo admite esta posición de vigas para hacer los cálculos.

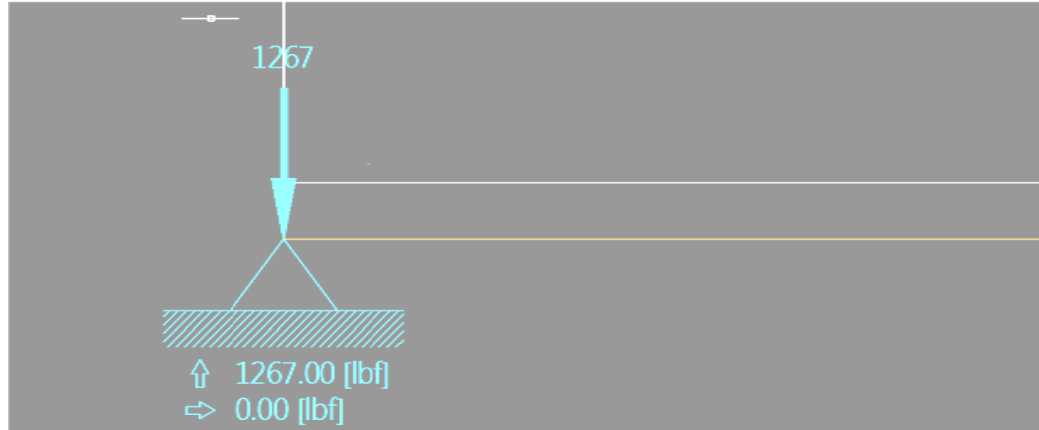
Elemento HG



Fuente: Los Autores

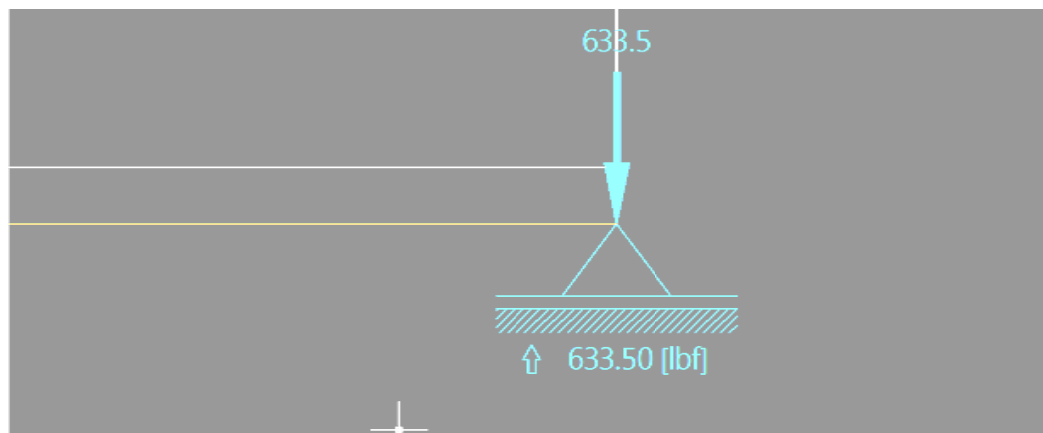
Figura 3.1 Elemento FG

Reacciones



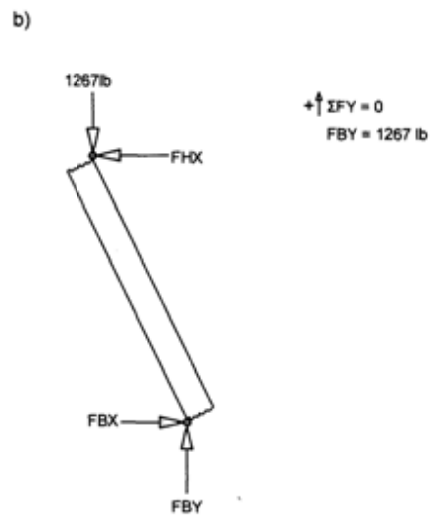
Fuente: Los Autores

Figura 3.2 Carga Nodo H

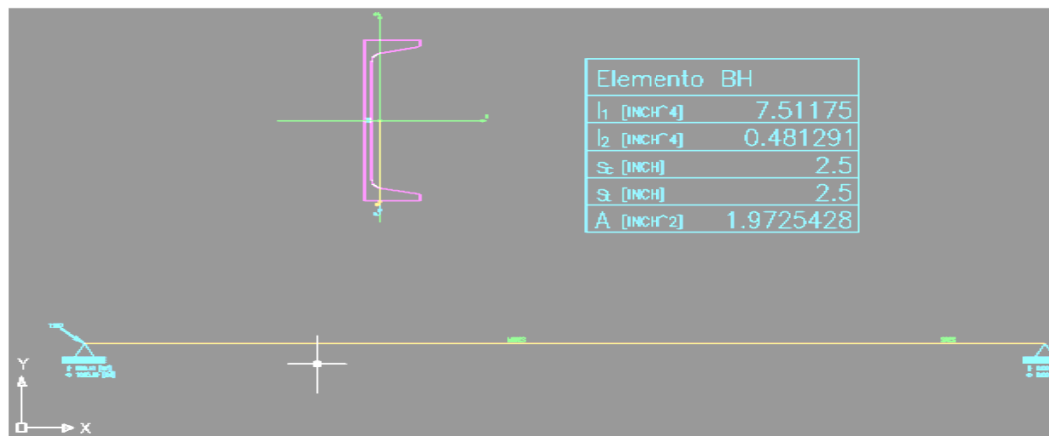


Fuente: Los Autores

Figura 3.3 Carga Nodo G



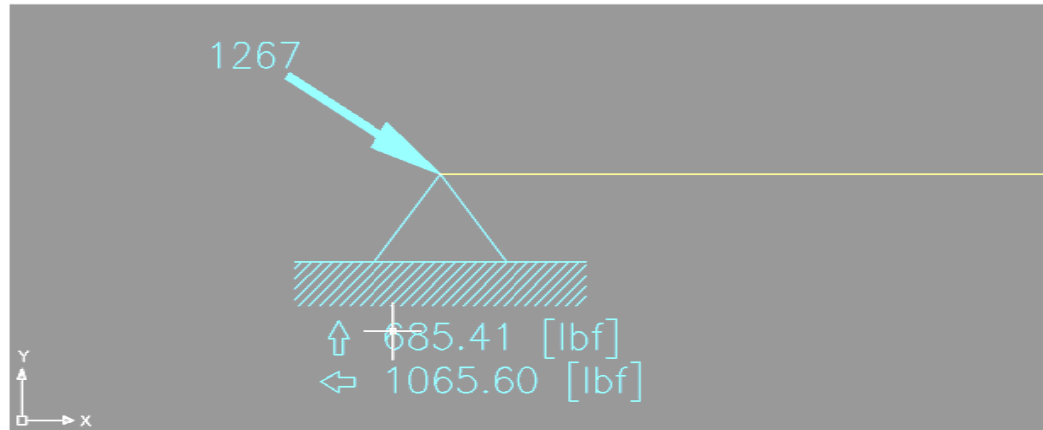
Elemento BH



Fuente: Los Autores

Figura 3.4 Elemento BH

Reacciones



Fuente: Los Autores

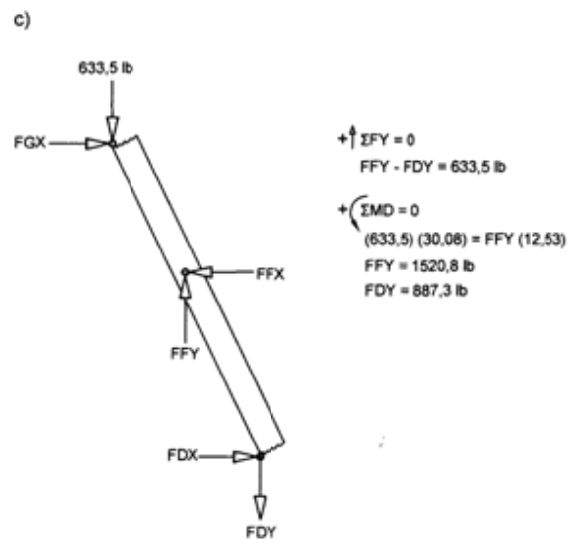
Figura 3.5 Carga Nodo H



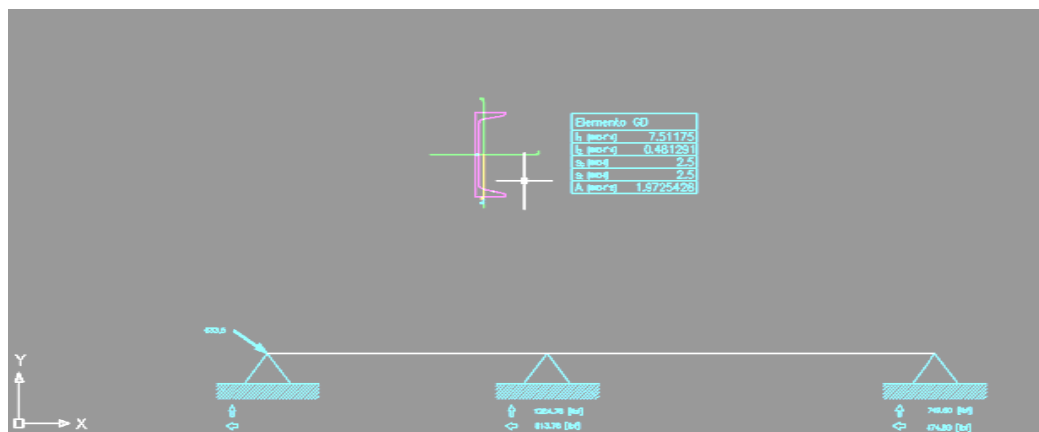
Fuente: Los Autores

Figura 3.6 Carga Nodo B

Aplicando el teorema de Pitágoras:



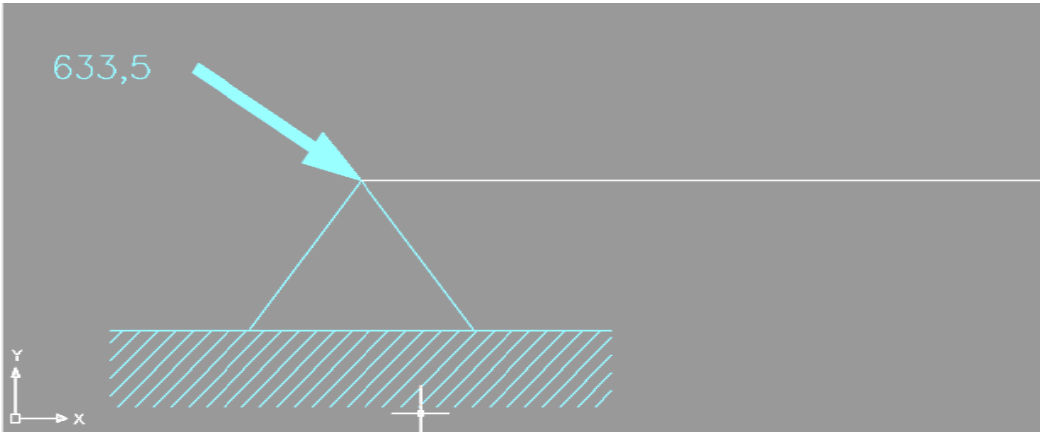
Elemento GD



Fuente: Los autores

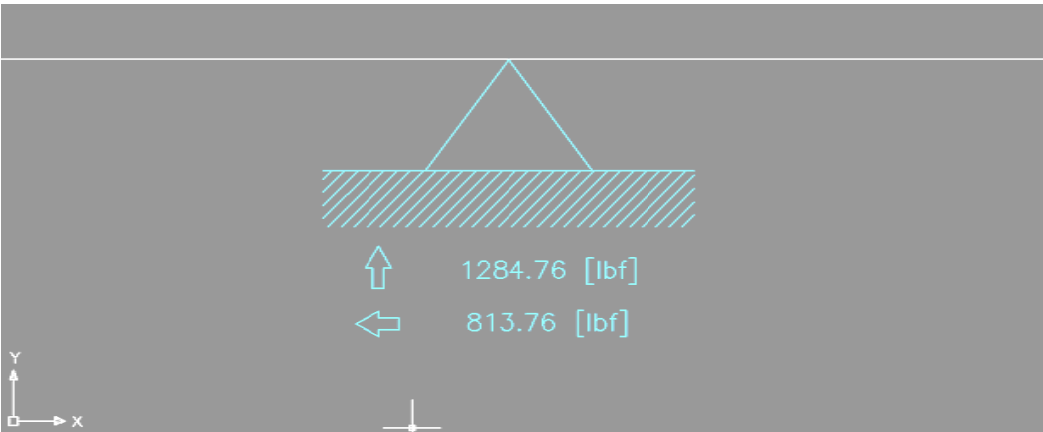
Figura 3.7 Elemento GD

Reacciones



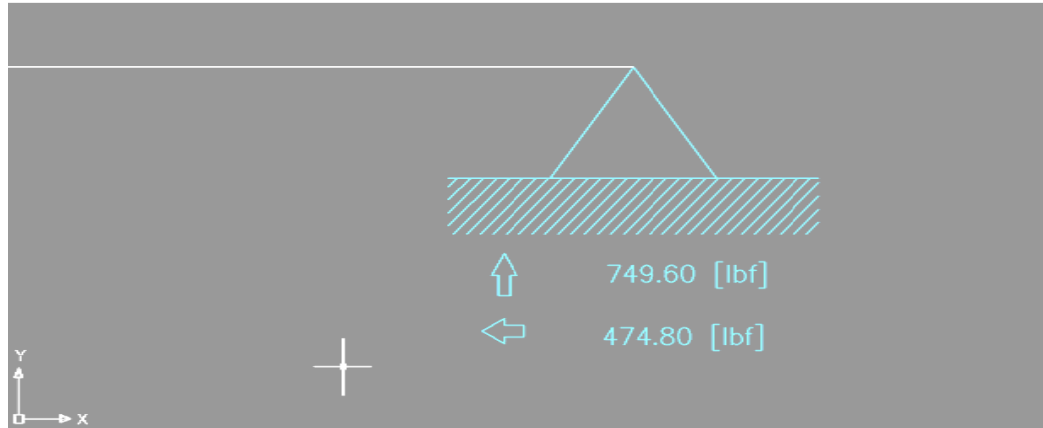
Fuente: Los Autores

Figura 3.8 Carga Nodo G



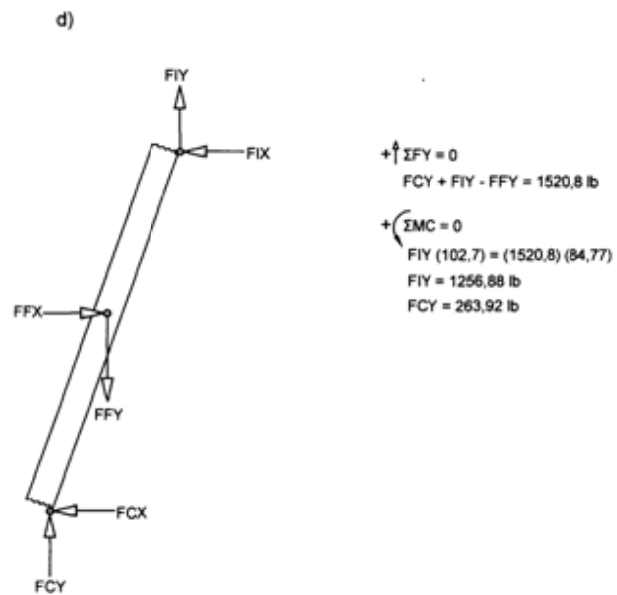
Fuente: Los Autores

Figura 3.9 Carga Nodo F

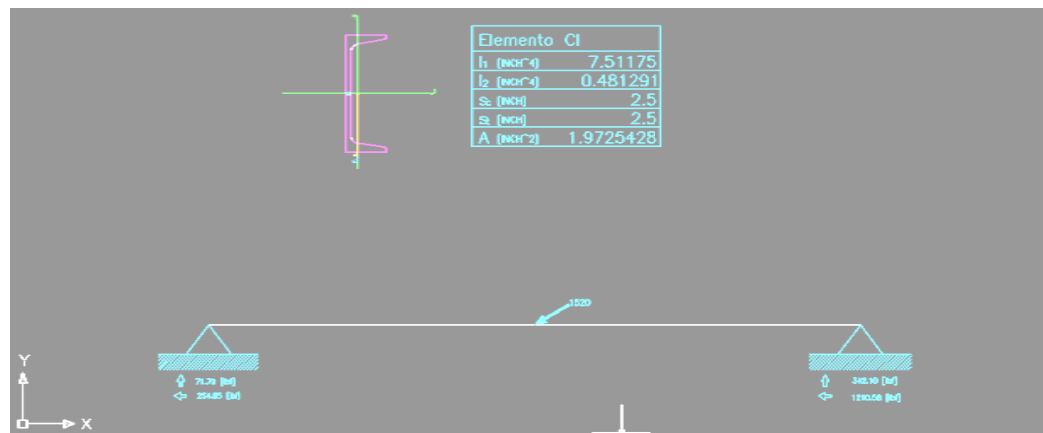


Fuente: Los Autores

Figura 3.10 Carga Nodo D



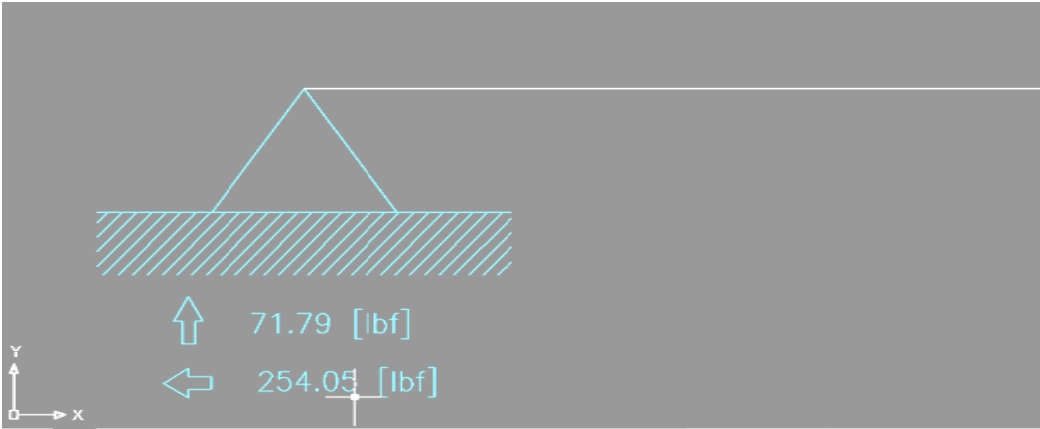
Elemento CI



Fuente: Los Autores

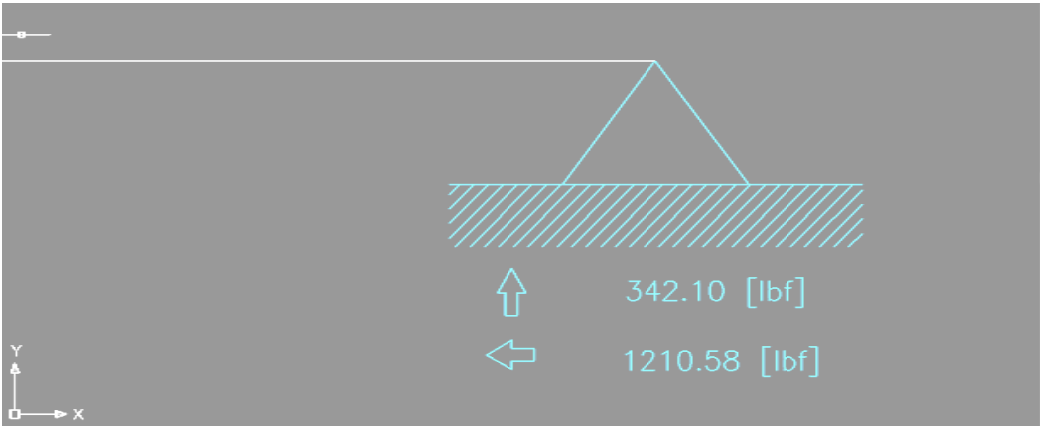
Figura 3.11 Elemento CI

Reacciones



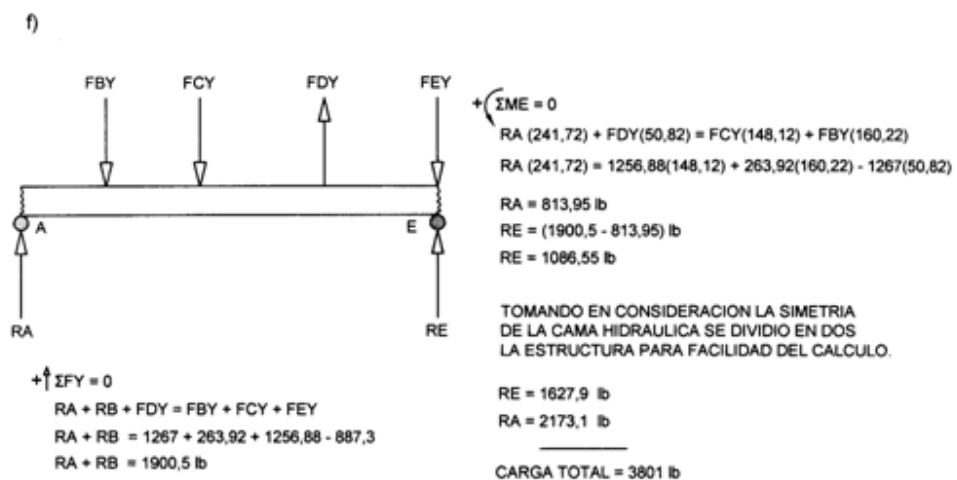
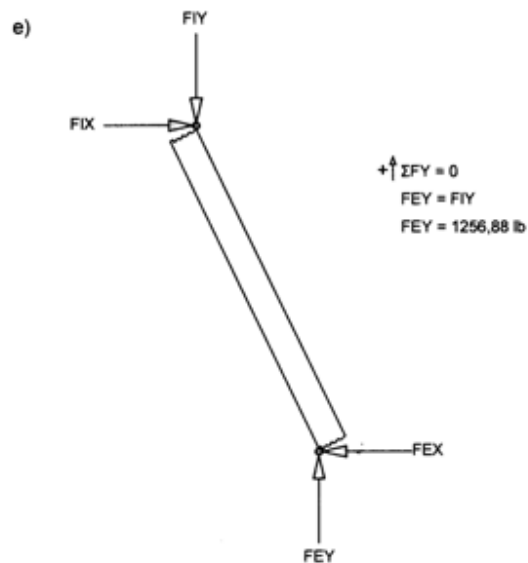
Fuente: Los Autores

Figura 3.12 Carga Nodo C

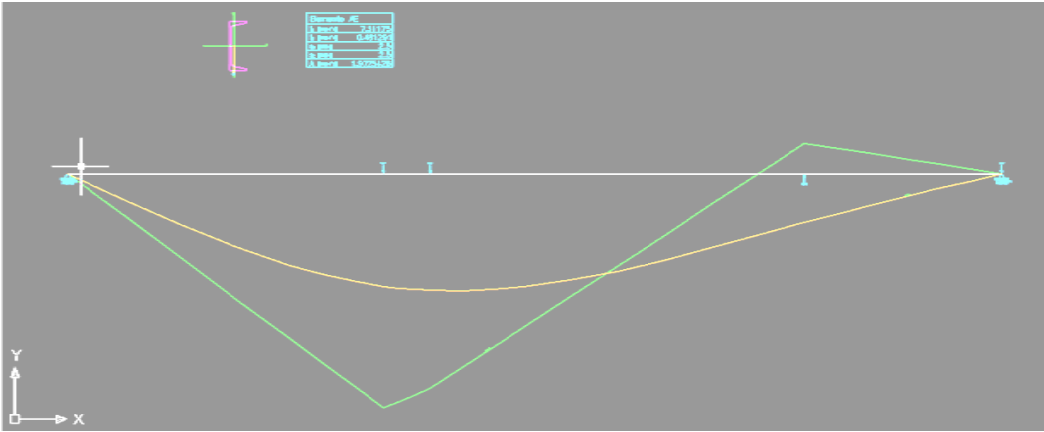


Fuente: Los Autores

Figura 3.13 Carga Nodo I



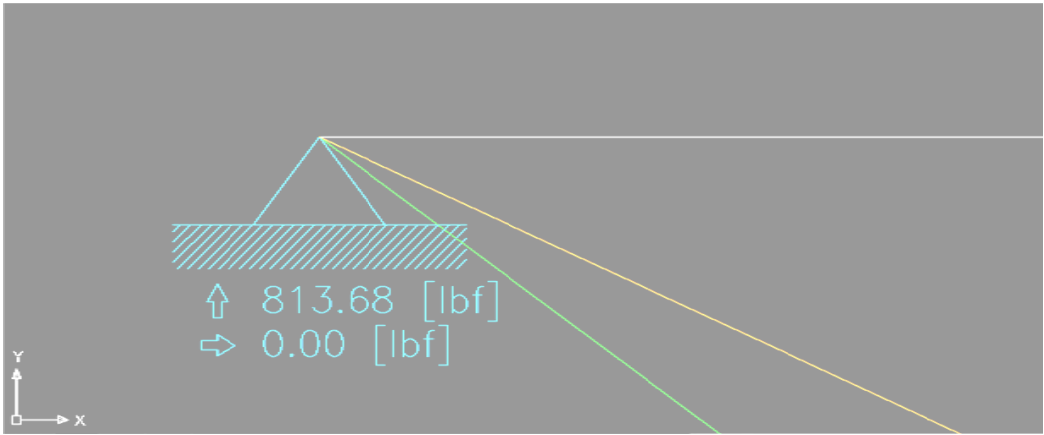
Elemento AE



Fuente: Los Autores

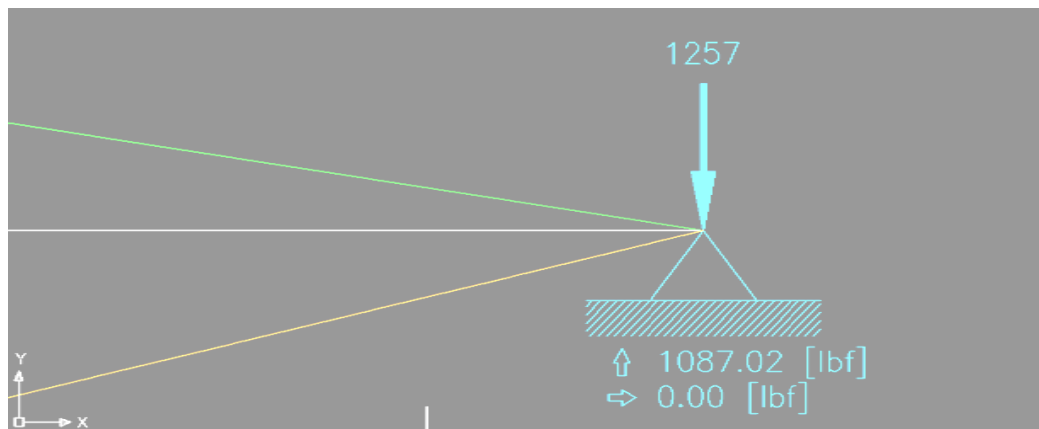
Figura 3.14 Elemento AE

Reacciones



Fuente: Los Autores

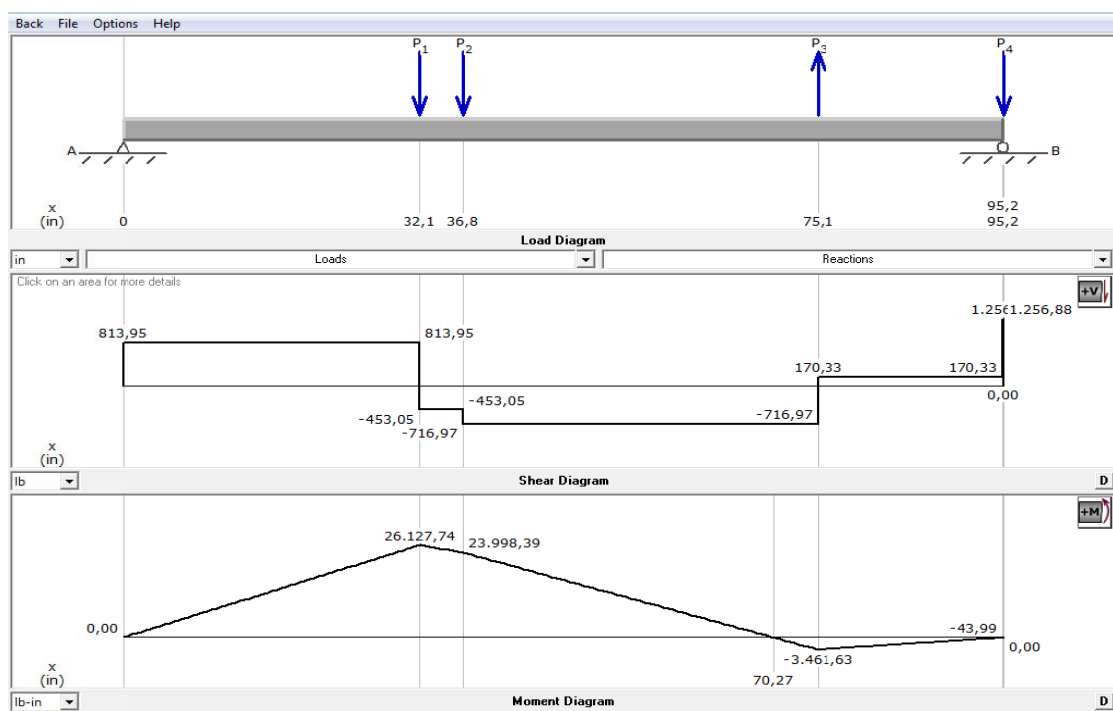
Figura 3.15 Carga Nodo A



Fuente: Los Autores

Figura 3.16 Carga Nodo E

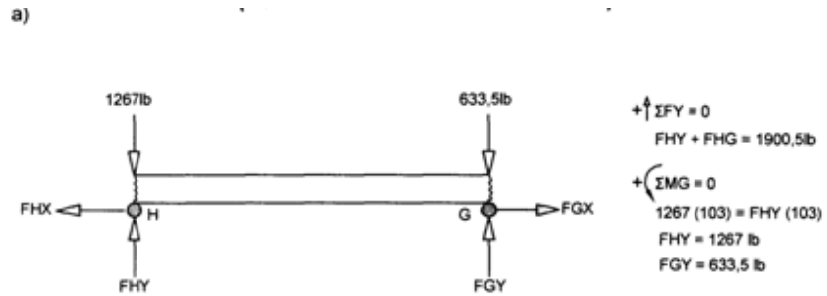
3.1.2 MOMENTO FLEXIONANTE MAXIMO



Fuente: Los Autores

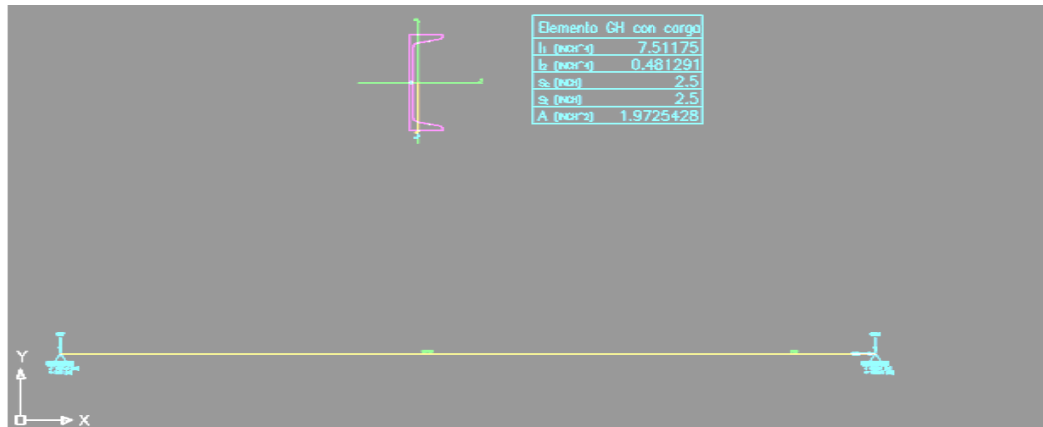
Figura 3.17 Diagrama de momento – MD.Solid.3.5

3.2 CUANDO EL CILINDRO ESTA EN USO



3.2.1 COMPROBACION DE RESULTADOS AUTOCAD MECHANICAL

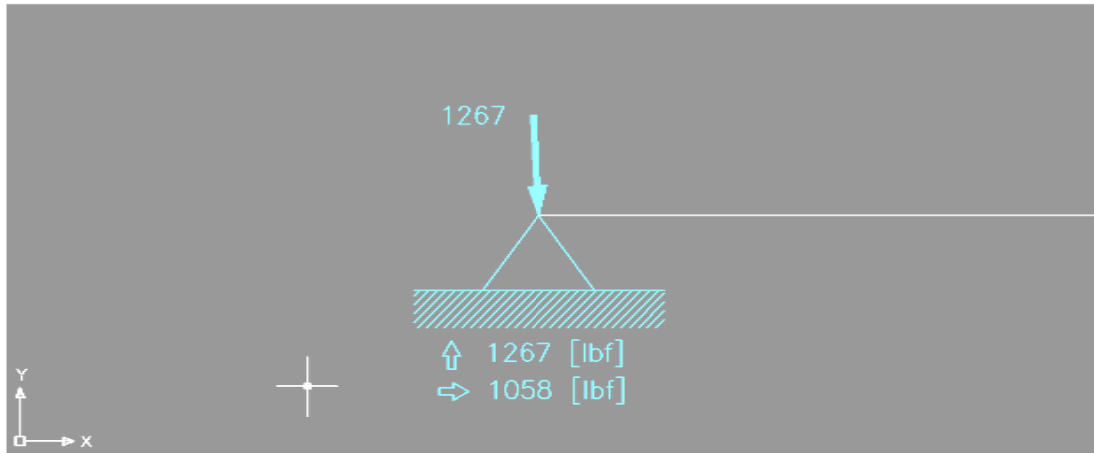
Elemento GH



Fuente: Los Autores

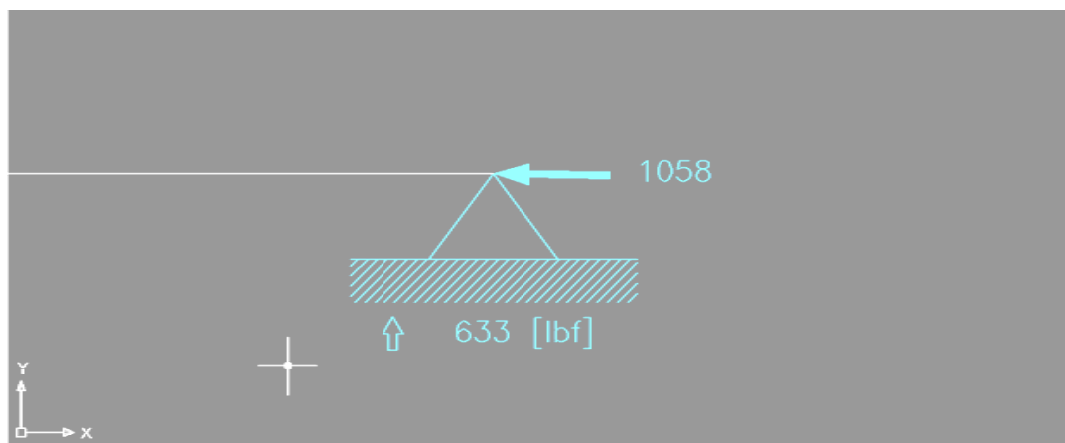
Figura 3.18 Elemento GH

Reacciones:



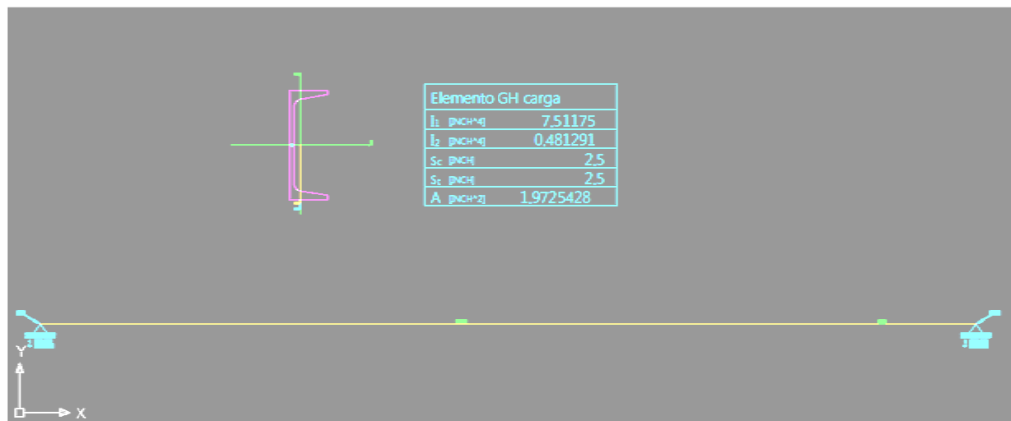
Fuente: Los Autores

Figura 3.19 Carga Nodo H



Fuente: Los Autores

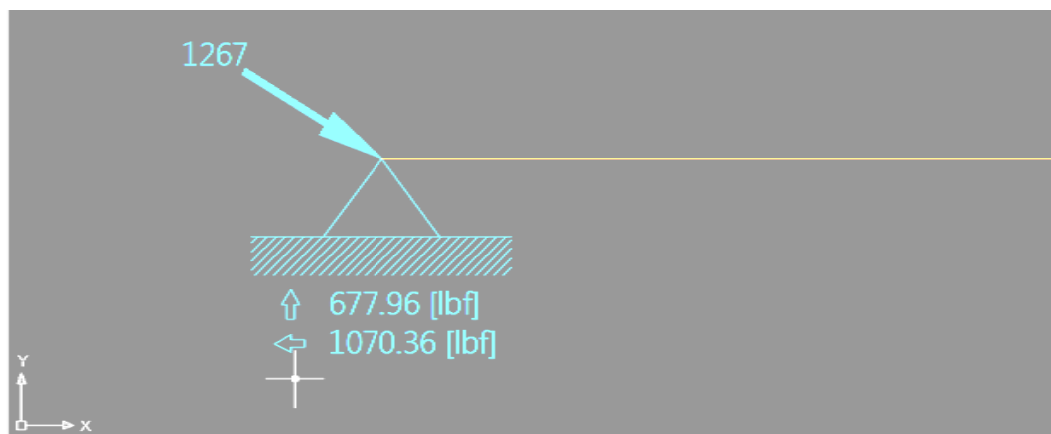
Figura 3.20 Carga Nodo G



Fuente: Los Autores

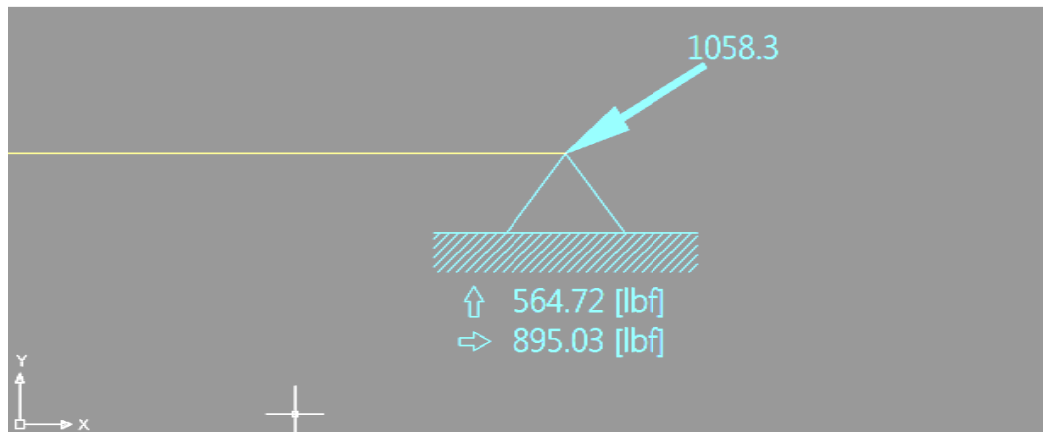
Figura 3.21 Elemento GH

Reacciones



Fuente: Los Autores

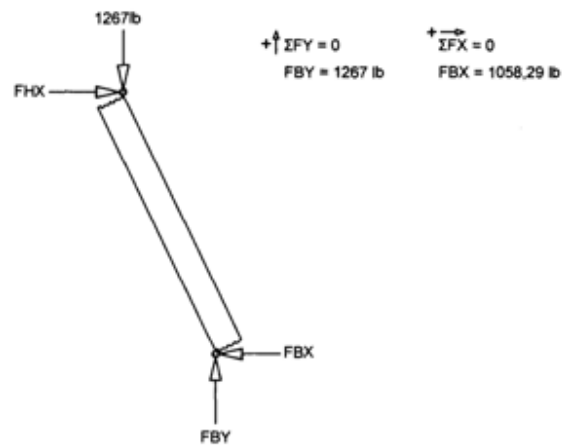
Figura 3.22 Carga Nodo H



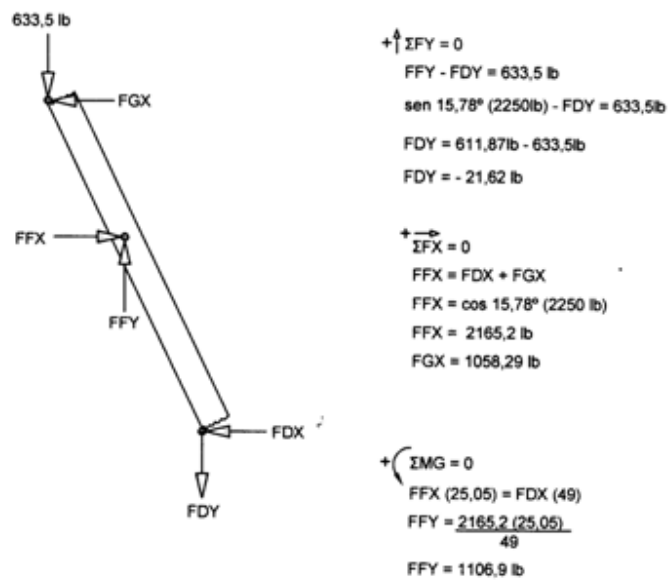
Fuente: Los Autores

Figura 3.23 Carga Nodo G

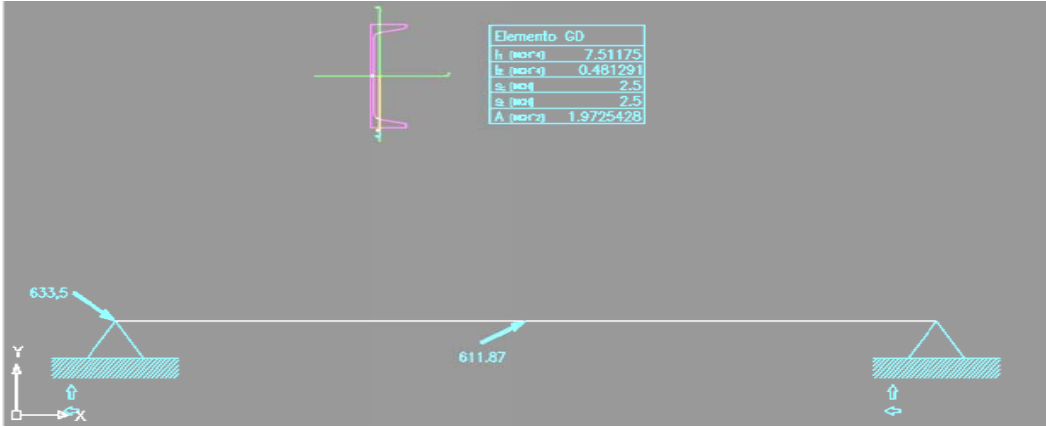
b)



c)



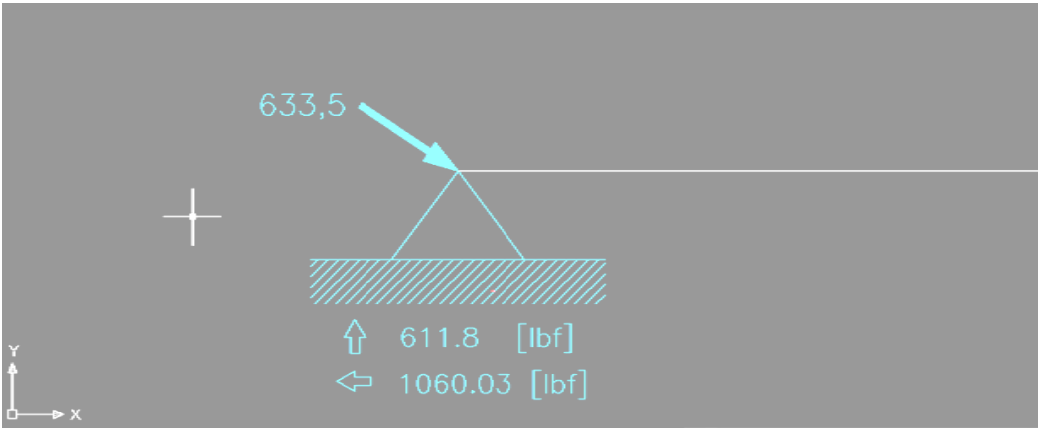
Elemento GD



Fuente: Los Autores

Figura 3.24 Elemento GD

Reacciones:



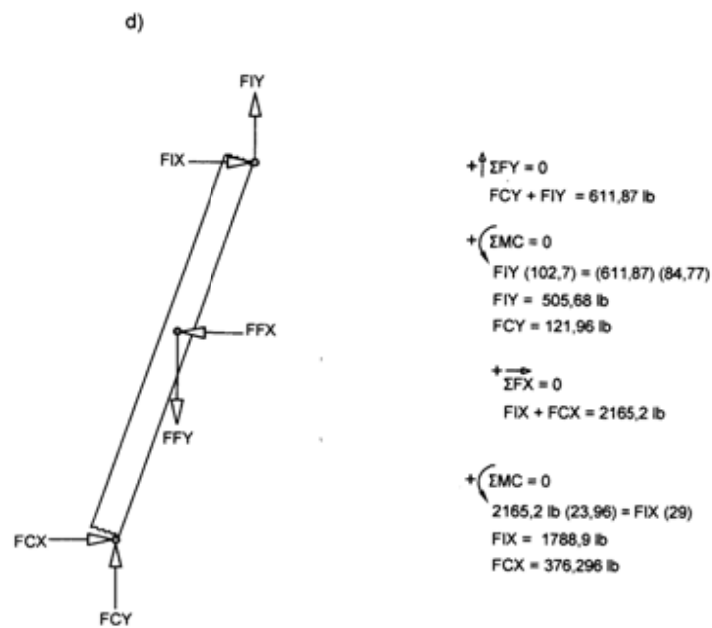
Fuente: Los Autores

Figura 3.25 Carga Nodo G

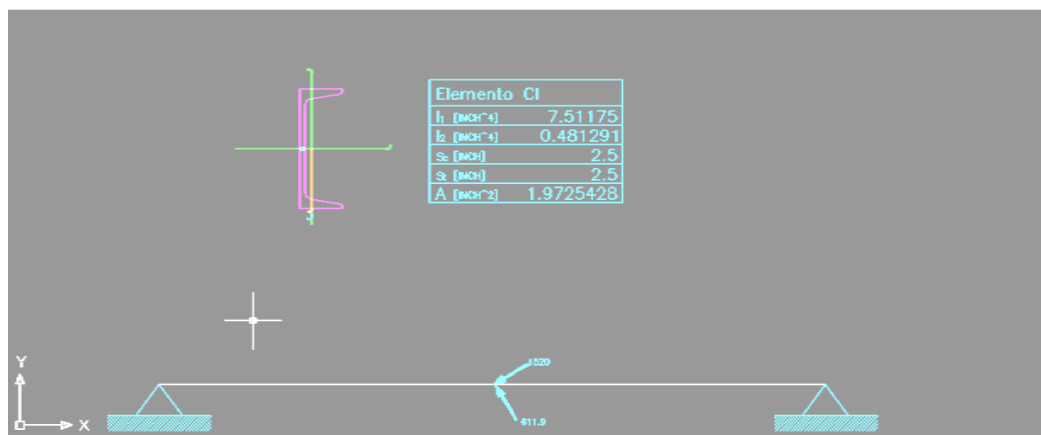


Fuente: Los Autores

Figura 3.26 Carga Nodo D



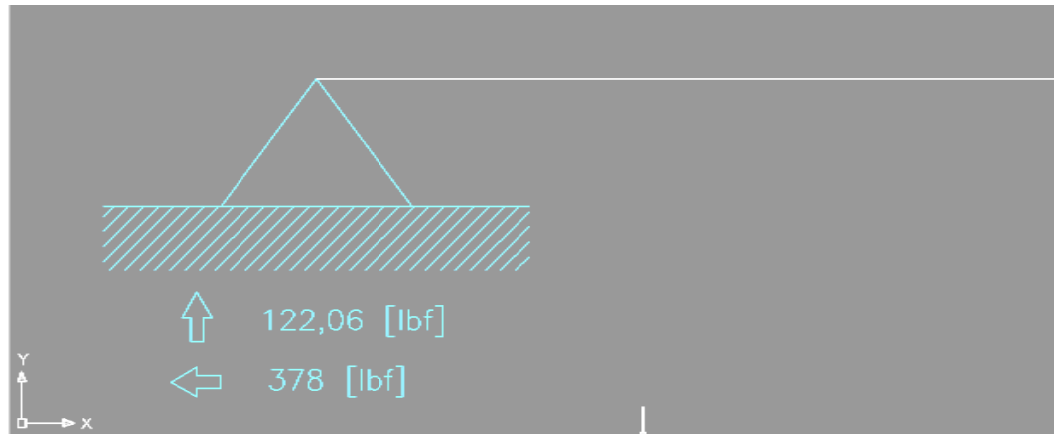
Elemento CI



Fuente: Los Autores

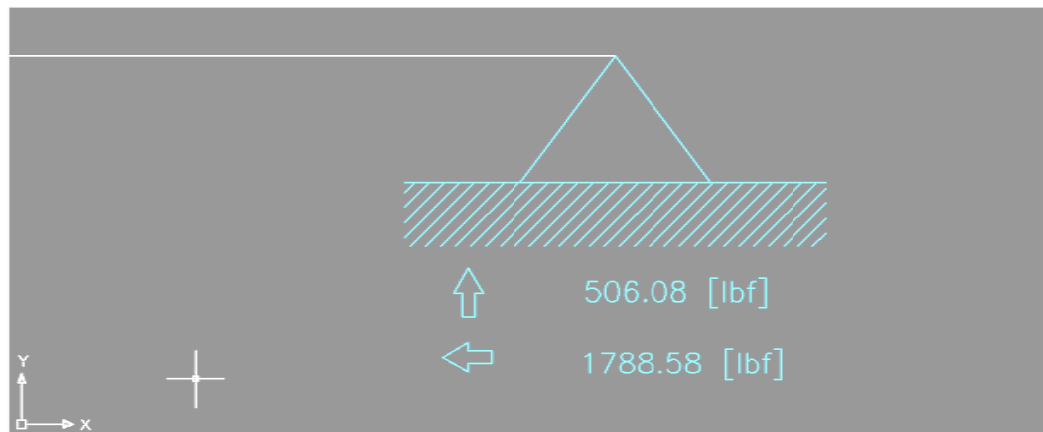
Figura 3.27 Elemento CI

Reacciones:



Fuente: Los Autores

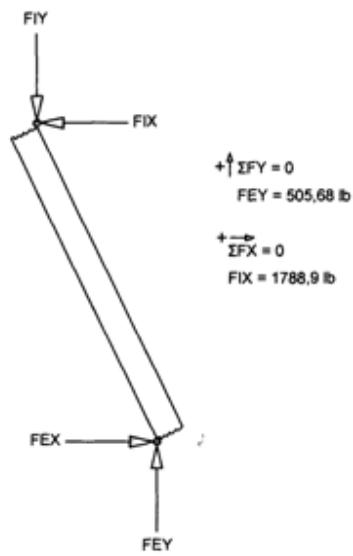
Figura 3.28 Carga Nodo C



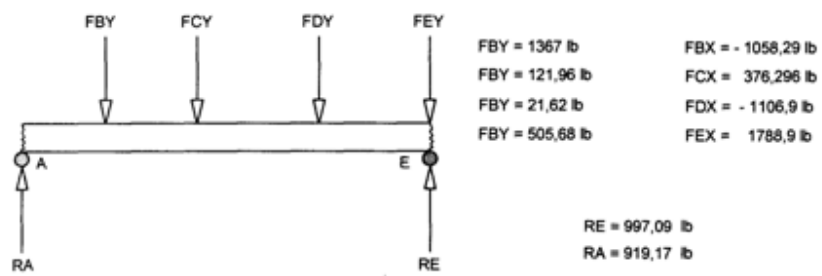
Fuente: Los Autores

Figura 3.29 Carga Nodo I

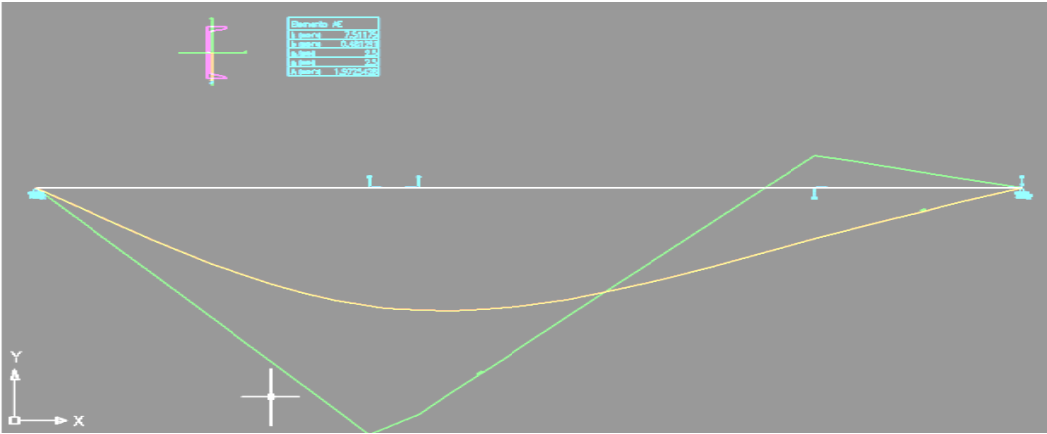
e)



f)

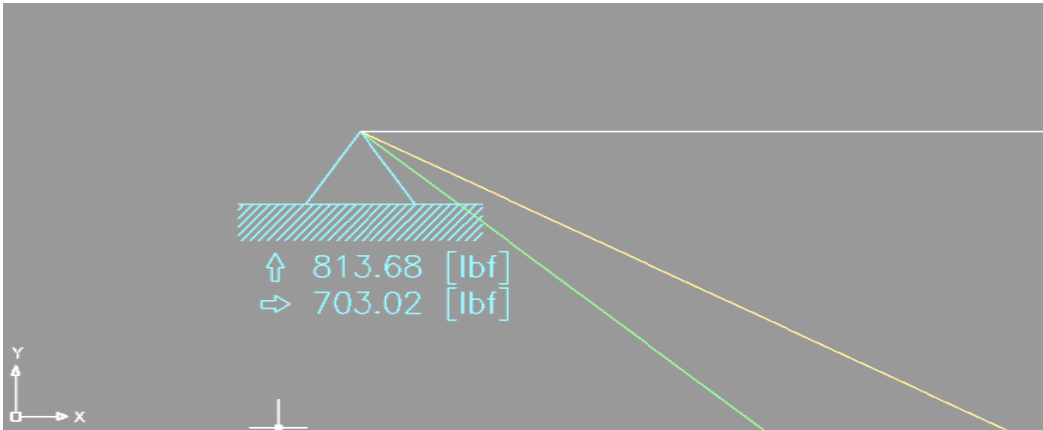


Elemento AE



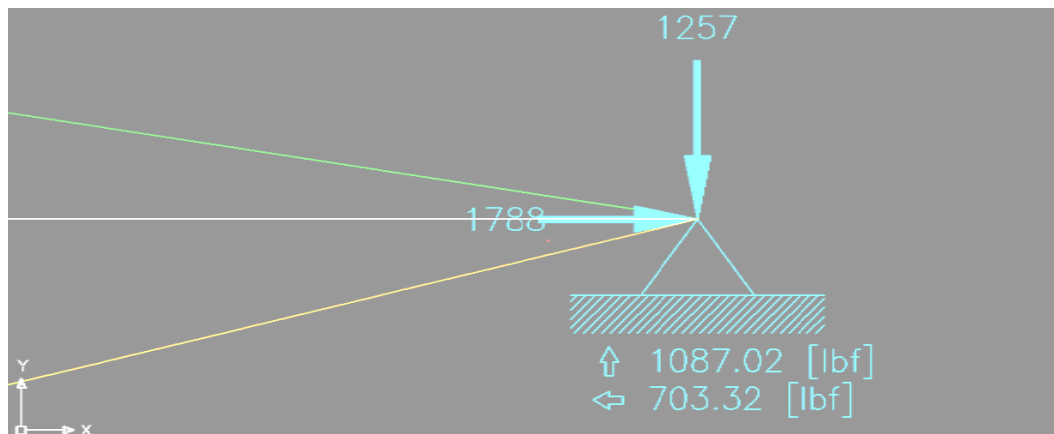
Fuente: Los Autores

Figura 3.30 Elemento AE



Fuente: Los Autores

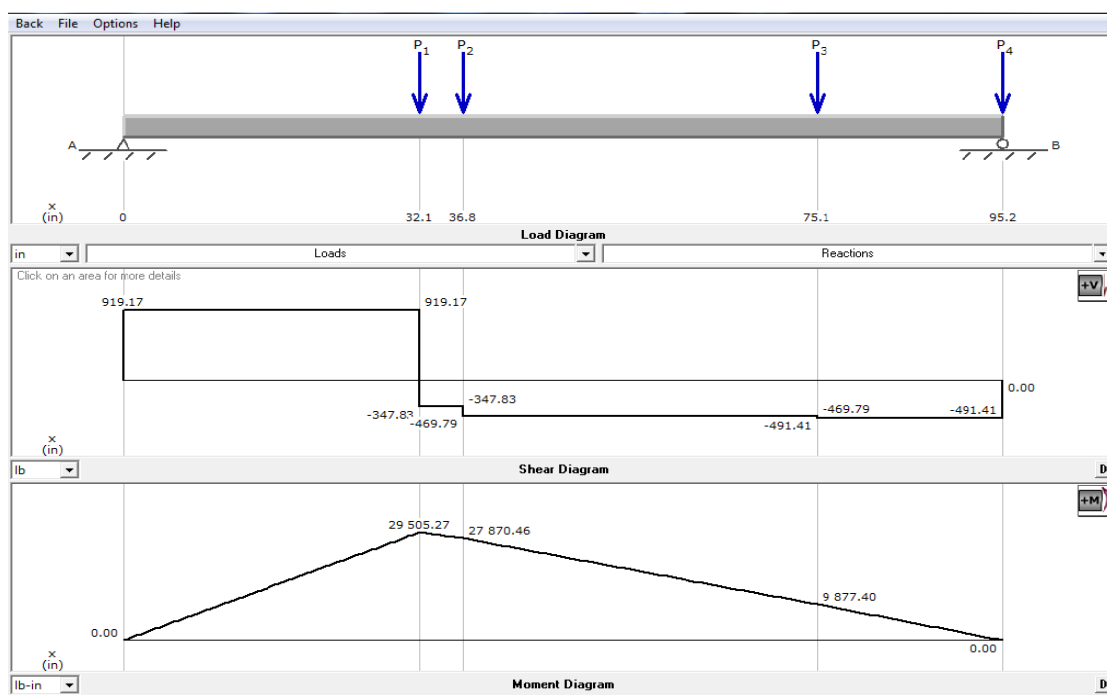
Figura 3.31 Carga Nodo A



Fuente: Los Autores

Figura 3.32 Carga Nodo E

3.2.2 MOMENTO FLEXIONANTE MAXIMO



Fuente: Los Autores

Figura 3.33 Diagrama de momento – MD.Solid.3.5

3.3 PARA SELECCIONAR EL TIPO DE PERFIL

- Tomando en consideración que nuestra estructura tenemos esfuerzos a flexión y esfuerzos combinados.
- Un análisis previo se lo realiza mediante esfuerzos a flexión.
- En el APENDICE A-16 tenemos $S_y=36000$ psi para acero ASTM 36, para una carga estática, un factor de diseño de $F_s = 3,5$

1)
$$f = \frac{P}{A}$$

 f = ESFUERZO DE TRABAJO
EN AVIACIÓN EL FACTOR DE SEGURIDAD ES $f_s = 3,5$
 $S_y = 36000$ psi
$$f = \frac{36000}{3,5} = 10290 \text{ lb / pulg}^2$$

2) EL S REQUERIDO ES:
$$S = \frac{M}{f}$$

$$S = \frac{26127,74 \text{ lbs. pulg}}{10300 \text{ lb / pulg}^2} = 2,53 \text{ pulg}^3$$

- Buscamos en el manual AISC un perfil con modulo de la sección (S) cercana a la requerida.

PERFIL C5 x 6,7 o PERFIL C5 x 4,1

3.4 ANÁLISIS VIGA SOMETIDA A MOMENTO FLEXIONANTE

1. Trazamos los diagramas de fuerza cortante y momento flexionante para determinar el momento flexionante máximo de la viga.
2. El esfuerzo con la formula de flexión.

$$\sigma_{max} = \frac{MC}{I}$$

Donde:

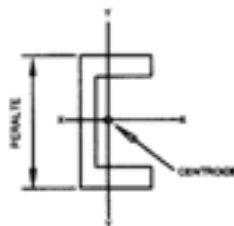
σ_{max} = Esfuerzo máximo en las fibras más externas de la viga.

M = Momento flexionante en la sección de interés.

C = Distancia del eje centroidal de la viga a las fibras más externas.

I = Momento de inercia de la sección transversal con respecto a su eje centroidal.

3. sección transversal de la viga c5 x 6,7



TABLAS:

PERALTE = 5 pulg

$$C = \frac{\text{PERALTE}}{2}$$

C = 2,5 pulg

I = 7,49 pulg⁴

SI LA LONGITUD DE LA VIGA ES :

$$241,72 \text{ cm} \left| \frac{1 \text{ pulg}}{2,54 \text{ cm}} \right| = 95,165 \text{ pulg}$$

$$\sigma_{max} = \frac{MC}{I}$$

$$\sigma_{max} = \frac{(26127,74 \text{ lb.pulg})(2,5\text{pulg})}{7,49 \text{ pulg}^4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{8720,87 \text{ lb}}{\text{pulg}^2}$$

El esfuerzo máximo causado por flexión en la cara superior o inferior de la viga en el punto de momento flexionante máximo.

$$\sigma_{max} = \frac{8720,87 \text{ lb}}{\text{pulg}^2}$$

En el punto B = 32,08 pulg

Los momentos flexionantes en los extremos de una viga simplemente apoyada son cero.

3.5 ESFUERZOS COMBINADOS

Los esfuerzos que intervienen:

- Esfuerzo de tensión axial.
- Esfuerzo de compresión axial.

Para nuestro análisis utilizamos el método general, sistema de esfuerzo en un punto particular, donde puede existir cualquier combinación de esfuerzos normales. (de tensión o compresión).

Objetivo:

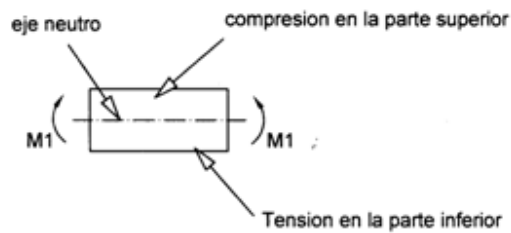
- Optimizar el perfil y dimensiones del miembro sometido a carga con respecto a la variación del esfuerzo en él y sus propiedades de resistencia.
- Comprender el desarrollo de las ecuaciones de esfuerzos combinados, con las que se puede calcular lo siguiente:
 - Los esfuerzos principales máximo y mínimo.
 - La orientación del elemento principal sometido a esfuerzo.

Cuando un miembro de carga se somete a dos o más clases diferentes de esfuerzos, la primera tarea es calcular el esfuerzo producido por cada componente. Luego se decide sobre qué punto del miembro soporta la máxima combinación de esfuerzos y análisis del esfuerzo combinado en dicho punto se completa.

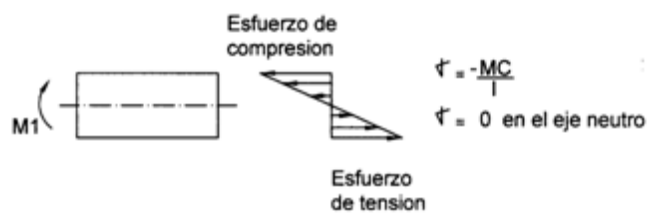
3.5.1 EL ESFUERZO PRODUCIDO POR FLEXIÓN

$$\sigma_{\max} = \pm \frac{MC}{I} = \frac{M}{S} \quad \text{ESFUERZO MAXIMO EN LAS SUPERFICIES EXTERNAS}$$

$$\sigma = \pm \frac{Ma}{I} \quad \text{ESFUERZO FLEXIONANTE EN CUALQUIER PUNTO a}$$



PTO B. SEGMENTO DE LA VIGA SOMETIDA A FLEXIÓN POSITIVA



3.5.2 ESFUERZO COMBINADO CUANDO SE ALIVIA LA PRESION

VIGA: PERFIL C5 x 6,7

$$A = 1,97 \text{ pulg}^2$$

$$S = 3 \text{ pulg}^3 \rightarrow \text{Manual AISC}$$

- En nuestro problema no actúan fuerzas horizontales, por lo tanto no produce esfuerzo de tensión directo.
- Existen fuerzas verticales, que producen flexión dirigida hacia abajo de modo que la cara superior de la viga se somete a compresión y a inferior a tensión. El momento flexionante máximo ocurrirá en el punto B de la viga.

$$M_{\max} = 26127,74 \text{ lb.pulg} \quad (\text{PARTE B})$$

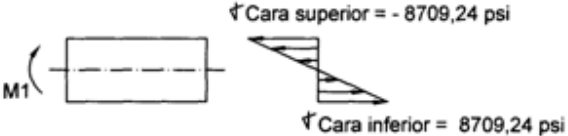
- Por consiguiente, el esfuerzo flexionante máximo producido por este momento es:

$$\sigma_b = \frac{M}{S}$$

$$\sigma_b = \frac{(26127,74 \text{ lb.pulg})}{3 \text{ pulg}^3}$$

$$\sigma_b = \frac{8709,24 \text{ lb}}{\text{pulg}^2}$$

- Un esfuerzo de esta magnitud ocurre como esfuerzo de compresión en la cara superior y como esfuerzo de tensión en la cara inferior en el pto B de la viga.

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{comb}} &= + \frac{F}{A} + \frac{M}{S} \\ \sigma_{\text{comb}} &= + 8709,24 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \end{aligned}$$


$$\text{FACTOR DE DISEÑO } N = \frac{S_y}{\sigma_{\text{Cara inferior}}} = \frac{36000 \text{ psi}}{8709,24 \text{ psi}} = 4,1$$

3.5.3 ESFUERZO COMBINADO CUANDO EL CILINDRO ESTA EN USO

$$M_{max} = 29505,27 \text{ lb.pulg}$$

$$\sigma_{max} = \frac{MC}{I}$$

$$\sigma_{max} = \frac{(29505,27 \text{ lb.pulg})(2,5\text{pulg})}{7,49 \text{ pulg}^4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{9648,22 \text{ lb}}{\text{pulg}^2}$$

- La fuerza horizontal FEX, actúa en una dirección que coincide con el eje neutro de la viga; por consiguiente produce esfuerzo de tensión directo de:

$$\sigma_t = \frac{FEX}{A}$$

$$\sigma_{max} = \frac{1788,9 \text{ lb}}{1,97 \text{ pulg}^2}$$

$$\sigma_{max} = 908,07 \text{ psi}$$

Por lo tanto:

$$\sigma_t = \frac{M_{max}}{S}$$

$$\sigma_t = \frac{29505,27 \text{ lb.pulg}}{3 \text{ pulg}^3}$$

$$\sigma_t = 9835,09 \text{ psi}$$

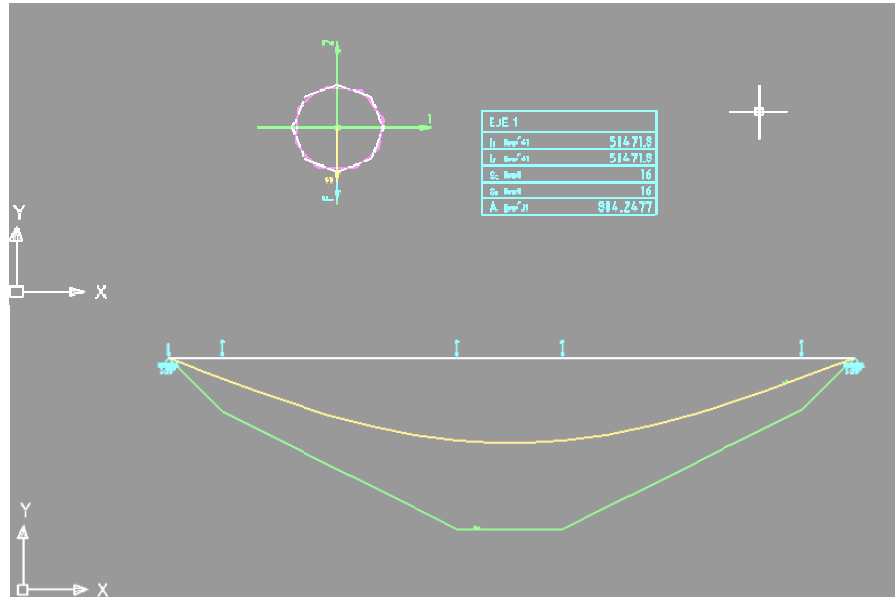
$$\sigma_{comb} = \pm \frac{F}{A} \pm \frac{M}{S}$$

$$\sigma_{comb} \text{ (cara superior)} = (908,07 - 9835,09) \frac{lb}{pulg^2} = -8927,02 \text{ psi}$$

$$\sigma_{comb} \text{ (cara inferior)} = (908,07 + 9835,09) \frac{lb}{pulg^2} = 10743,16 \text{ psi}$$

$$\text{factor de dise\~no} \quad N = \frac{S_y}{\sigma_{cara inferior}} = \frac{36000 \text{ psi}}{10743,16 \text{ psi}} = 3,35$$

3.6 ANALISIS DE DEFLEXION EJE 1



Fuente: Los Autores

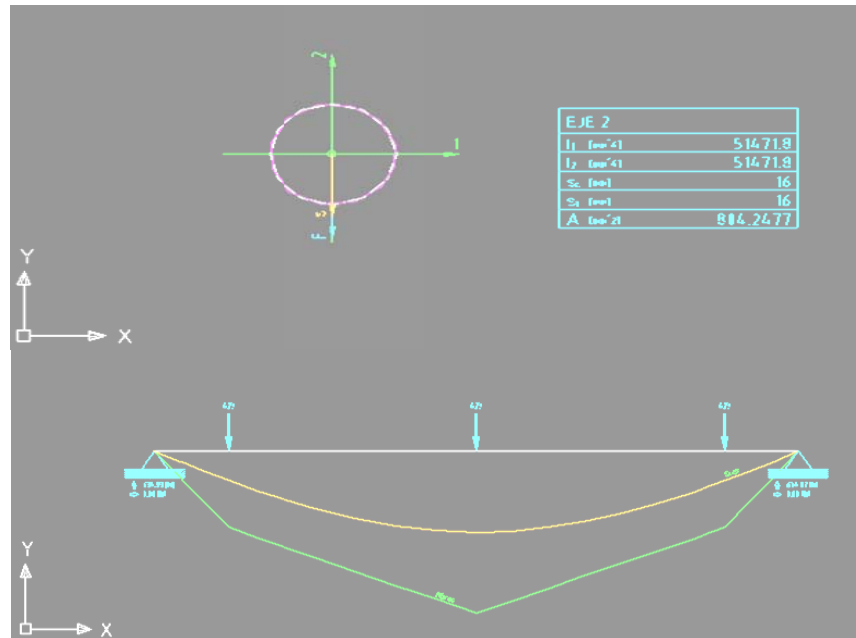
Figura 3.34 Análisis de deflexión eje 1

RESULTADOS			
Moment of Inertia	I1	[mm ⁴]	514718
Moment of Inertia	I2	[mm ⁴]	514718
Moment of Inertia	Ieff	[mm ⁴]	51472
Max. Border Dist		[mm]	16
Safety Factor			2.1327
Yield Point		[N/mm ²]	276
E-Modulus		[N/mm ²]	206843
Material			Steel SAE 1025
Max Deflection	S1	[mm]	0
Max Bending Moment	Mb1	[Nm]	0
Max Deflection	S2	[mm]	6.677795
Max Bending Moment	Mb2	[Nm]	416.32
Max Stress	Res.	[N/mm ²]	129.41
Max Deflection	Sres	[mm]	6.677795
Max Bending Moment	Mbres	[Nm]	416.32
Scale for Defl. Line			24.52:1
Scale for Bending Mom. Line			1:1.27

Fuente: Los Autores

Tabla 3.1 Resultados eje 1

3.7. ANALISIS DE DEFLEXION EJE 2



Fuente: Los Autores

Figura 3.35 Análisis de deflexión eje 2

EJE 2			
Moment of Inertia	I_1	(mm ⁴)	51471.8
Moment of Inertia	I_2	(mm ⁴)	51471.8
Moment of Inertia	I_{eff}	(mm ⁴)	51472
Max. Border Dist.		(mm)	16
Safety Factor			13.4302
Yield Point		(N/mm ²)	276
E-Modulus		(N/mm ²)	206843
Material			Steel SAE 1025
Max.Deflection	S1	(mm)	0
Max.Bending Moment	Mb1	(Nm)	0
Max.Deflection	S2	(mm)	0.109548
Max.Bending Moment	Mb2	(Nm)	66.111
Max.Stress	Res.	(N/mm ²)	20.550
Max.Deflection	Sres	(mm)	0.109548
Max.Bending Moment	Mbres	(Nm)	66.111
Scale for Defl. Line			490.651
Scale for Bending Mom. Line			1.631

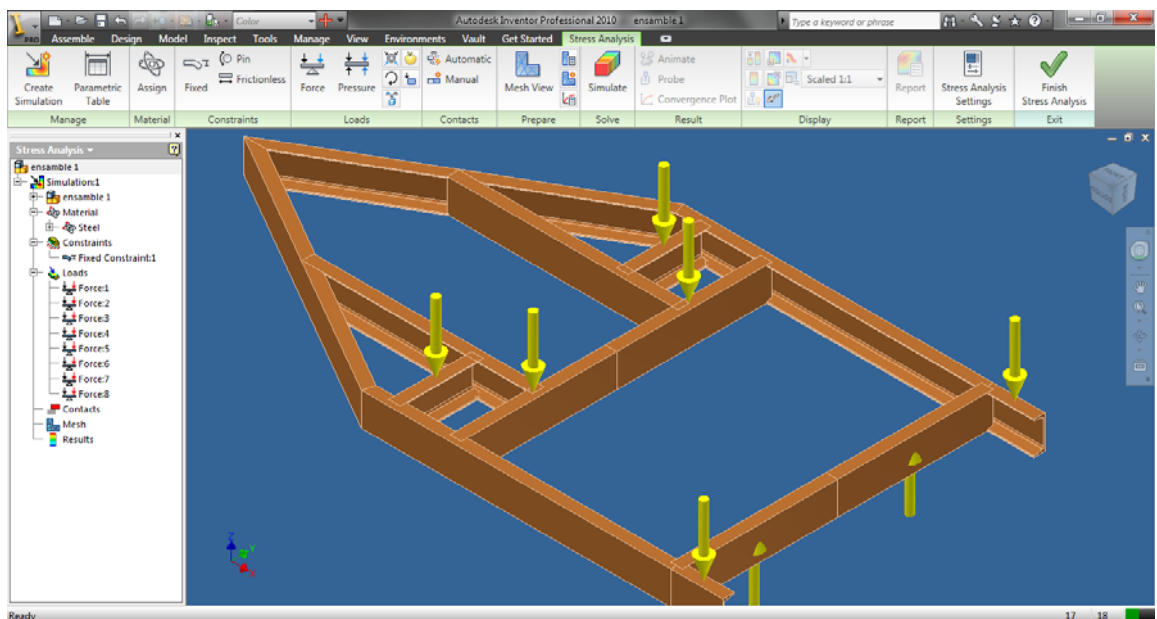
Fuente: Los Autores

Tabla 3.2 Resultados eje 2

3.8 MODELADO Y SIMULACION AUTODESK INVENTOR

Se realizo la simulación en Inventor de los elementos principales de la estructura (Stress Analysis).

3.8.1 REPORTE DE LA SIMULACIÓN



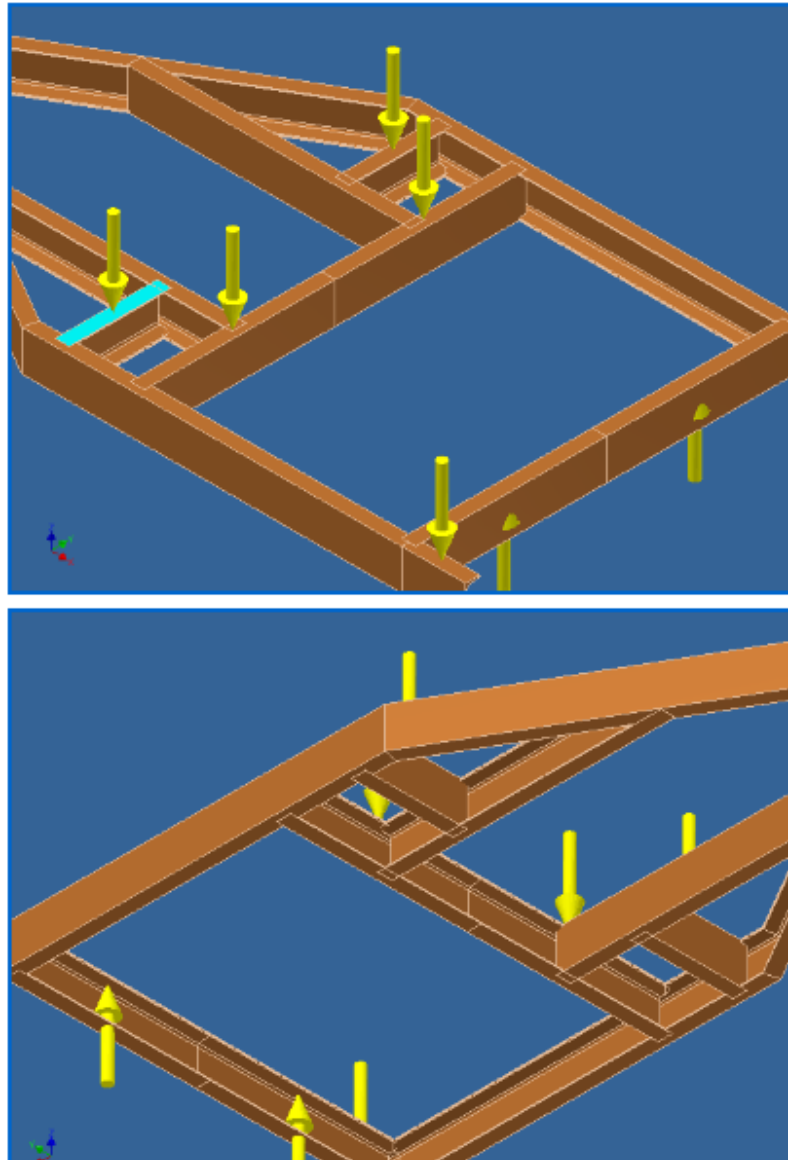
Fuente: Los Autores

Figura 3.36 Reporte de la simulación (sin soldadura)

Part Name(s)	BASE	
Name	Steel	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	210 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	80,7692 GPa
Stress Thermal	Expansion Coefficient	0,00000000012 ul/c
	Thermal Conductivity	56 W/(m K)
	Specific Heat	460 J/(kg c)
Part Name(s)	Skeleton0001 ANSI C 5 x 6,7 00000001 ANSI C 5 x 6,7 00000002 ANSI C 5 x 6,7 00000003 ANSI C 5 x 6,7 00000004 ANSI C 5 x 6,7 00000005 ANSI C 5 x 6,7 00000006 ANSI C 5 x 6,7 00000007 ANSI C 5 x 6,7 00000008 ANSI C 5 x 6,7 00000009 ANSI C 5 x 6,7 00000010 ANSI C 5 x 6,7 00000011 ANSI C 5 x 6,7 00000012 ANSI C 5 x 6,7 00000013 ANSI C 5 x 6,7 00000014	

Fuente: Los Autores

Tabla 3.3 Reporte de la simulación (sin soldadura)



Fuente: Los Autores

Figura 3.37 Reporte de la simulación (sin soldadura)

☐ Results

☐ Reaction Force and Moment on Constraints

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	16869,6 N	0,0630295 N	1828,43 N m	-0,190977 N m
		0,234853 N		-1828,43 N m
		16869,6 N		-0,200639 N m

Fuente: Los Autores

Tabla 3.4 Resultados la fuerza de reacción y el momento en las restricciones

☐ Result Summary

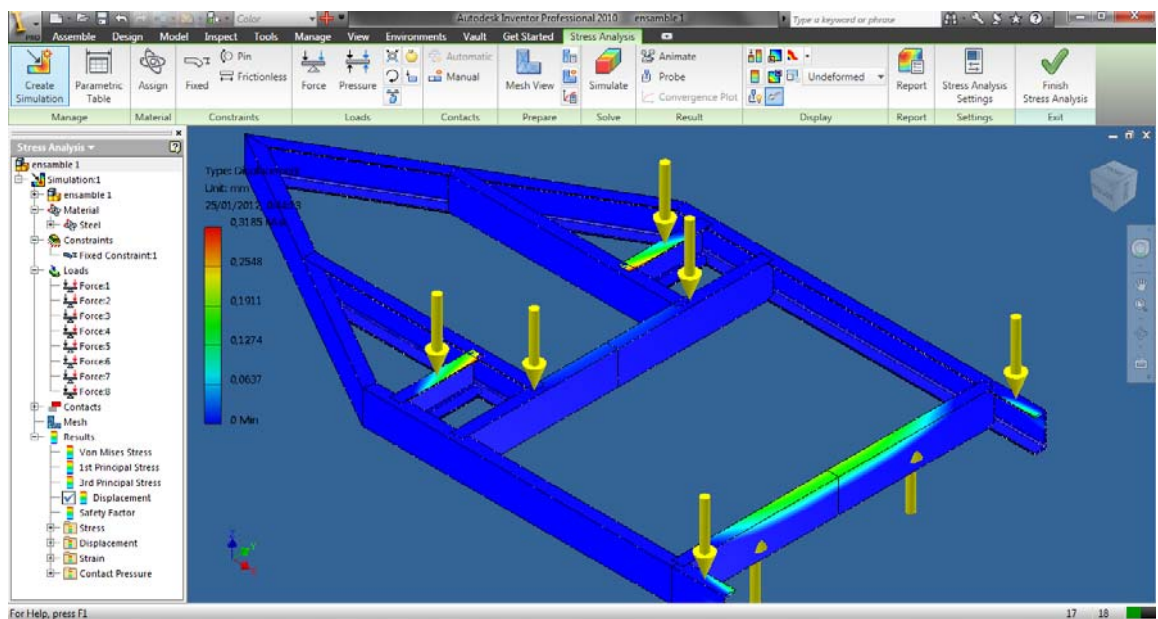
Name	Minimum	Maximum
Volume	12569200 mm ³	
Mass	112,102 kg	
Von Mises Stress	0,000353819 MPa	97,1581 MPa
1st Principal Stress	-20,0914 MPa	67,1138 MPa
3rd Principal Stress	-117,78 MPa	7,57672 MPa
Displacement	0 mm	0,318492 mm
Safety Factor	2,13055 ul	15 ul
Stress XX	-34,0294 MPa	23,9694 MPa
Stress XY	-33,9856 MPa	34,1127 MPa
Stress XZ	-23,2282 MPa	34,9885 MPa
Stress YY	-48,2303 MPa	34,3668 MPa
Stress YZ	-34,5442 MPa	34,428 MPa
Stress ZZ	-103,621 MPa	66,4497 MPa
X Displacement	-0,0728878 mm	0,221753 mm
Y Displacement	-0,0808195 mm	0,0804357 mm
Z Displacement	-0,228043 mm	0,1375 mm
Equivalent Strain	0,00000000147902 ul	0,000425997 ul
1st Principal Strain	-0,00000290579 ul	0,000288255 ul
3rd Principal Strain	-0,000500231 ul	0,00000296072 ul
Strain XX	-0,000170163 ul	0,000129314 ul
Strain XY	-0,000210387 ul	0,000211174 ul
Strain XZ	-0,000143793 ul	0,000216595 ul
Strain YY	-0,000275889 ul	0,000164757 ul
Strain YZ	-0,000213845 ul	0,000213126 ul
Strain ZZ	-0,000449893 ul	0,000285401 ul
Contact Pressure	0 MPa	434,875 MPa

Fuente: Los Autores

Tabla 3.5 El resumen del resultado

Como se puede notar en los resultados la estructura de la base es muy segura, los desplazamientos de los elementos son pequeños comparados con las longitudes de los perfiles, el programa nos reporta factores de seguridad en el rango de 2,13 a 15, si bien nosotros necesitamos trabajar con factor de seguridad de 3,5, los factores de seguridad menores a este se dan porque la simulación está hecha sin tomar en cuenta la soldadura.

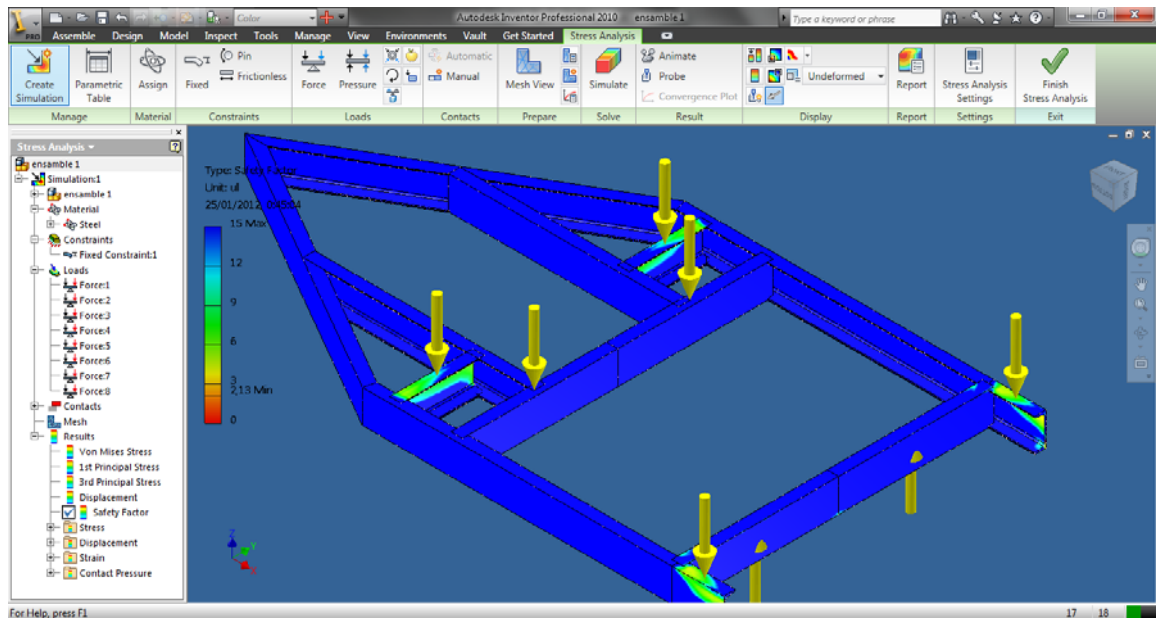
3.8.2 DESPLAZAMIENTOS TOTALES BASE INFERIOR



Fuente: Los Autores

Figura 3.38 Desplazamientos totales base inferior

3.8.3 FACTORES DE SEGURIDAD

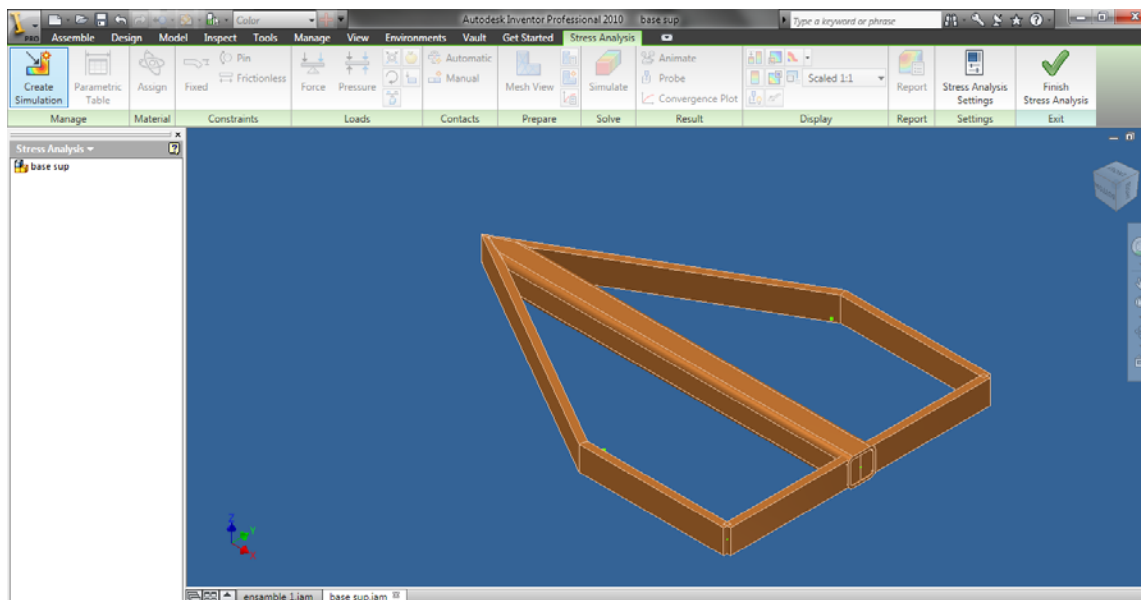


Fuente: Los Autores

Figura 3.39 Factores de seguridad

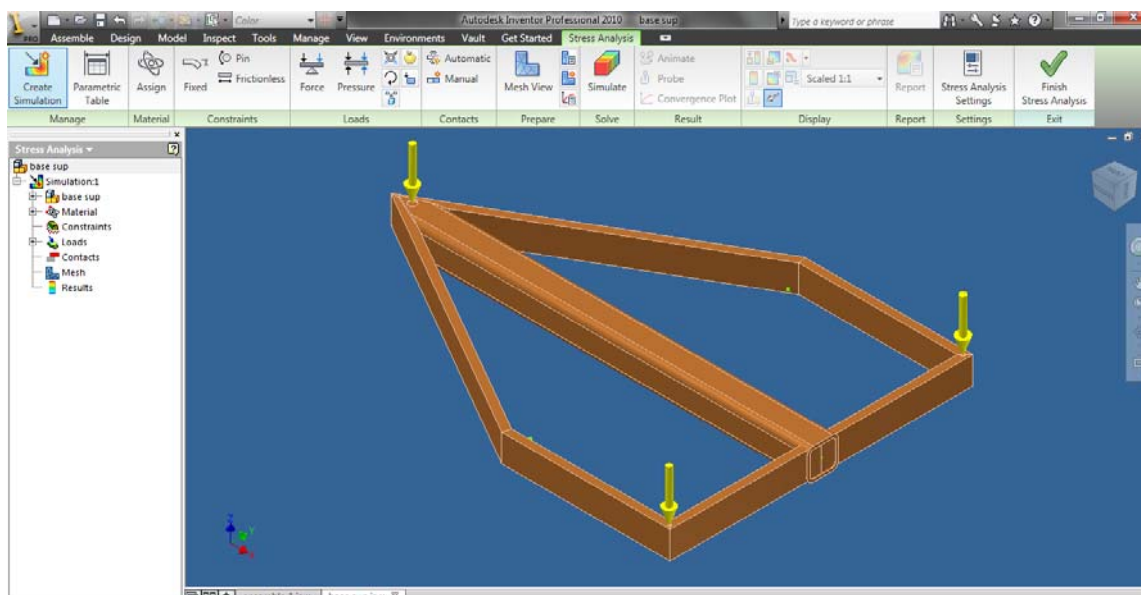
Por lo mostrado anteriormente se puede concluir que el diseño es óptimo.

3.8.4 BASE SUPERIOR CON CARGA DEL AVIÓN ARTILLADO 3800 LB



Fuente: Los Autores

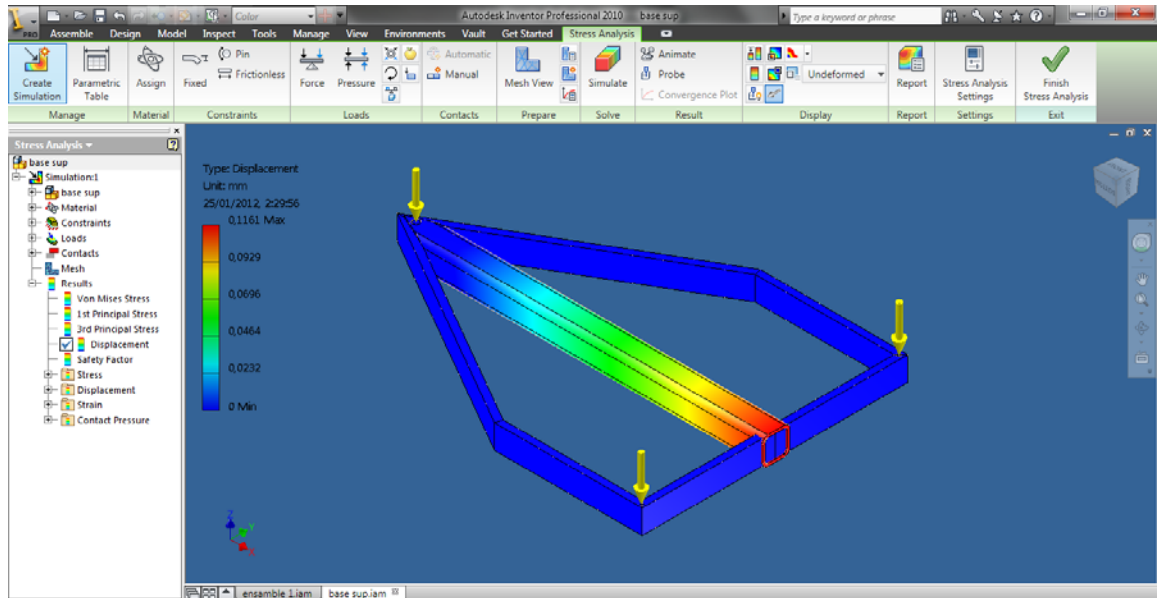
Figura 3.40 Análisis base superior



Fuente: Los Autores

Figura 3.41 Análisis base superior con carga del avión artillado 3800lb

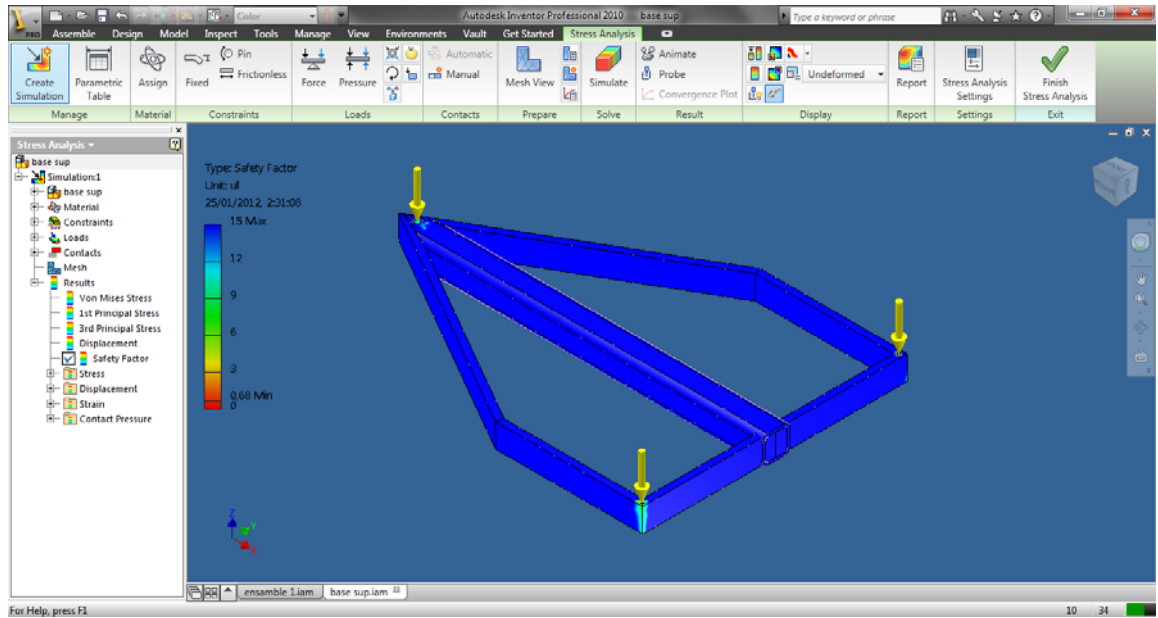
3.8.5 DESPLAZAMIENTOS TOTALES BASE SUPERIOR



Fuente: Los Autores

Figura 3.42 Desplazamientos totales base superior

3.8.6 FACTOR DE SEGURIDAD



Fuente: Los Autores

Figura 3.43 Factores de seguridad

☐ Result Summary

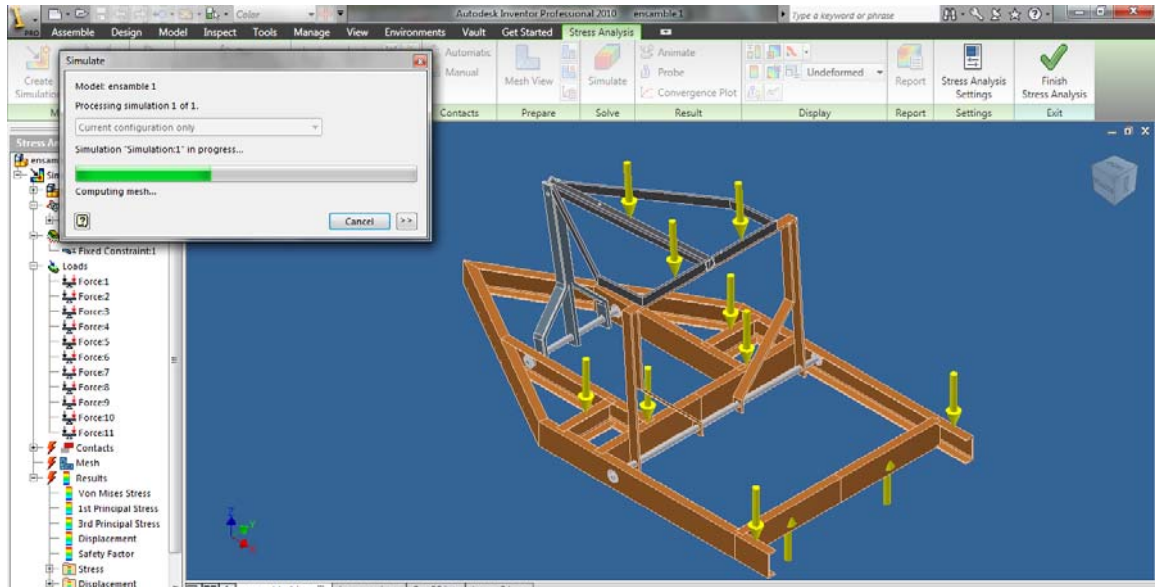
Name	Minimum	Maximum
Volume	1632460 mm ³	
Mass	14,256 kg	
Von Mises Stress	0,000206504 MPa	303,47 MPa
1st Principal Stress	-31,4527 MPa	165,402 MPa
3rd Principal Stress	-244,47 MPa	4,25944 MPa
Displacement	0 mm	0,116075 mm
Safety Factor	0,682111 ul	15 ul
Stress XX	-58,2612 MPa	38,2297 MPa
Stress XY	-41,5882 MPa	25,5841 MPa
Stress XZ	-67,1808 MPa	130,422 MPa
Stress YY	-49,4523 MPa	35,9848 MPa
Stress YZ	-171,61 MPa	89,721 MPa
Stress ZZ	-161,662 MPa	105,202 MPa
X Displacement	-0,00150888 mm	0,00841704 mm
Y Displacement	-0,00329972 mm	0,00345052 mm
Z Displacement	-0,115881 mm	0,00068268 mm
Equivalent Strain	0,000000000983029 ul	0,00125382 ul
1st Principal Strain	-0,0000143142 ul	0,00103864 ul
3rd Principal Strain	-0,00117784 ul	0,000000000277031 ul
Strain XX	-0,000139024 ul	0,000164921 ul
Strain XY	-0,000257451 ul	0,000158378 ul
Strain XZ	-0,000415881 ul	0,000807375 ul
Strain YY	-0,000233248 ul	0,000144554 ul
Strain YZ	-0,00106235 ul	0,000555416 ul
Strain ZZ	-0,000665215 ul	0,000480197 ul
Contact Pressure	0 MPa	290,312 MPa
Contact Pressure X	-98,404 MPa	48,672 MPa

Fuente: Los Autores

Tabla 3.6 El resumen del resultado

Como se puede observar los desplazamientos totales son casi despreciables comparados con las longitudes de los elementos, además el factor de seguridad más bajo en una zona donde se la puede reforzar mediante soldadura. Por lo que se concluye que el diseño es óptimo.

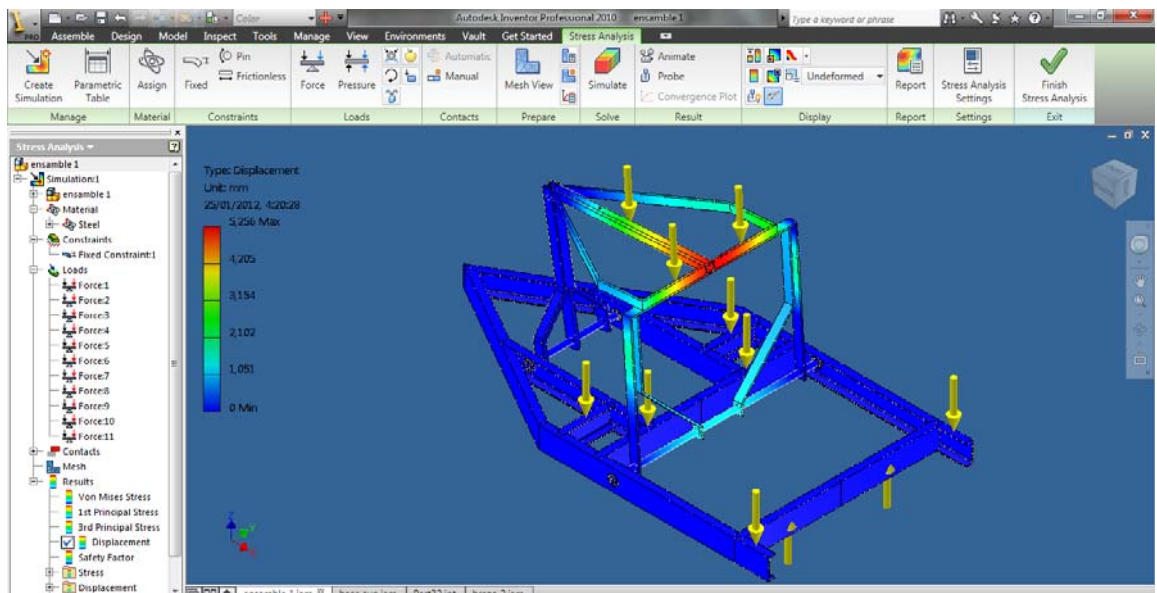
3.8.7 SIMULACIÓN CAMA HIDRAULICA COMPLETA



Fuente: Los Autores

Figura 3.44 Simulación del elevador completo

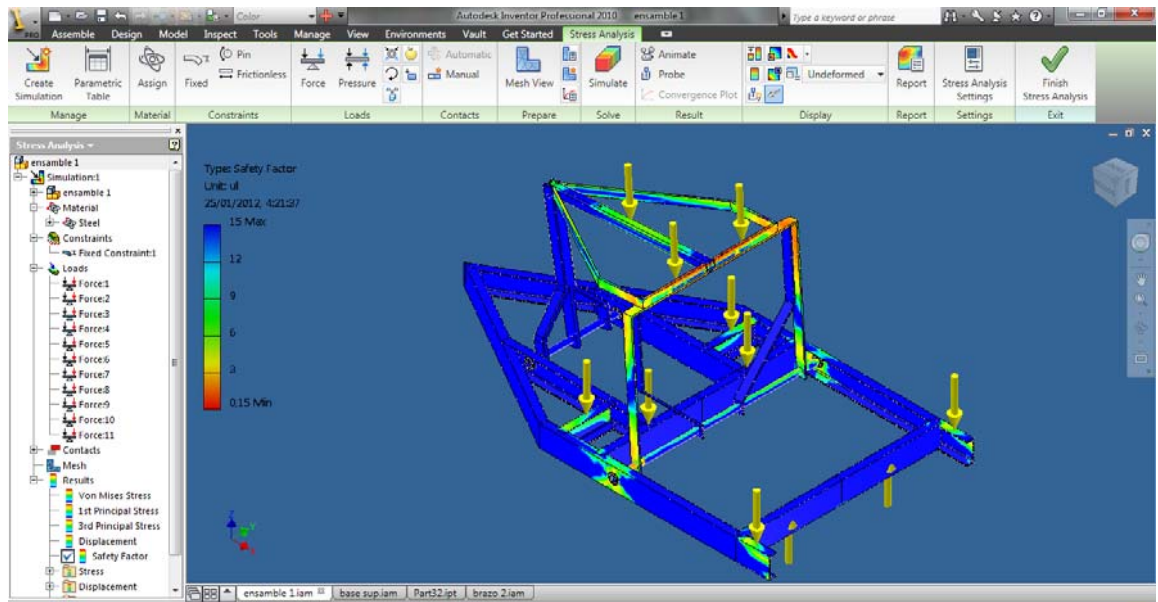
3.8.8 DESPLAZAMIENTOS TOTALES



Fuente: Los Autores

Figura 3.45 Desplazamientos totales

3.8.9 FACTOR DE SEGURIDAD DE TODA LA MÁQUINA



Fuente: Los Autores

Figura 3.46 Factor de seguridad de toda la máquina

☐ Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Volume	21295300 mm ³	
Mass	185,114 kg	
Von Mises Stress	0,00137961 MPa	1406,02 MPa
1st Principal Stress	-818,451 MPa	1808,82 MPa
3rd Principal Stress	-2010,48 MPa	793,687 MPa
Displacement	0 mm	5,25607 mm
Safety Factor	0,147224 ul	15 ul
Stress XX	-1158,15 MPa	1156,09 MPa
Stress XY	-263,757 MPa	292,693 MPa
Stress XZ	-542,771 MPa	504,616 MPa
Stress YY	-1114,63 MPa	1011,81 MPa
Stress YZ	-500,399 MPa	466,783 MPa
Stress ZZ	-1691,37 MPa	1584,86 MPa
X Displacement	-0,309442 mm	1,08717 mm
Y Displacement	-2,29058 mm	2,40156 mm
Z Displacement	-5,13992 mm	0,142884 mm
Equivalent Strain	0,00000000597872 ul	0,00618977 ul
1st Principal Strain	-0,000182841 ul	0,0063434 ul
3rd Principal Strain	-0,0072721 ul	0,000130177 ul
Strain XX	-0,00316375 ul	0,0028139 ul
Strain XY	-0,00163278 ul	0,00181191 ul
Strain XZ	-0,00336001 ul	0,00312381 ul
Strain YY	-0,00231046 ul	0,0029298 ul
Strain YZ	-0,00309771 ul	0,00288961 ul
Strain ZZ	-0,00557252 ul	0,00505845 ul
Contact Pressure	0 MPa	694,057 MPa
Contact Pressure X	-288,48 MPa	247,992 MPa
Contact Pressure Y	-432,984 MPa	549,026 MPa

Fuente: Los Autores

Tabla 3.7 El resumen del resultado

Como podemos ver existen zonas de factor de seguridad muy bajo a las cuales se las debería reforzar aumentando el espesor del perfil o aumentando el espesor del mismo. Los desplazamientos son muy bajos comparados con las longitudes de los perfiles, por lo que se puede concluir que el diseño es satisfactorio con algunas pequeñas modificaciones.

CAPITULO IV

COSTOS DE LA CAMA HIDRAULICA AUTOMATIZADA

4.1 COSTOS DE MATERIALES EMPLEADOS

DENOMINACION		CANT	ESP. TECNICAS	COSTO (DOLARES)	
--------------	--	------	---------------	-----------------	--

ITEM (PLANOS)	BASE INFERIOR			unidad	total
ITEM 1	Perfil C8 x 6,7	1	L = 1215 mm	\$ 18,23	\$ 18,23
ITEM 2	Perfil C8 x 6,7	1	L = 1365 mm	\$ 20,48	\$ 20,48
ITEM 3	Perfil C8 x 6,7	1	L = 1145 mm	\$ 17,18	\$ 17,18
ITEM 4	Perfil C8 x 6,7	1	L = 1365 mm	\$ 20,48	\$ 20,48
ITEM 5	Perfil C8 x 6,7	1	L = 1215 mm	\$ 18,23	\$ 18,23
ITEM 6	Perfil C8 x 6,7	1	L = 1145 mm	\$ 17,18	\$ 17,18
ITEM 7	Perfil C8 x 6,7	1	L = 935 mm	\$ 14,03	\$ 14,03
ITEM 8	Perfil C8 x 6,7	1	L = 315 mm	\$ 4,73	\$ 4,73
ITEM 9	Perfil C8 x 6,7	1	L = 935 mm	\$ 14,03	\$ 14,03
ITEM 10	Perfil C8 x 6,7	1	L = 315 mm	\$ 4,73	\$ 4,73
ITEM 11	acero ASTM-A36	1	Ø55 mm x 270 mm	\$ 30	\$ 30
ITEM 12	acero ASTM-A36	1	Ø55 mm x 270 mm	\$ 30	\$ 30
ITEM 13	Perfil C8 x 6,7	1	L = 1600 mm	\$ 24	\$ 24
ITEM 14	Platina ASTM-A36	1	75 mm x 35 mm L=760 mm	\$ 20	\$ 20
ITEM 15	Perfil C8 x 6,7	1	L = 1600 mm	\$ 24	\$ 24
ITEM 16	Platina ASTM-A36	1	75 mm x 35 mm L=760 mm	\$ 20	\$ 20
ITEM 17	Cuadrado ASTM-A36	1	200 mm x 150 mm e=15 mm	\$ 25	\$ 25
ITEM 18	Cuadrado ASTM-A36	1	180 mm x 125 mm e=15 mm	\$ 25	\$ 25
ITEM 19	eje móvil ASTM-A36	1	Ø32 mm x 1310 mm	\$ 70	\$ 70
ITEM 20	eje móvil ASTM-A36	1	Ø32 mm x 430 mm	\$ 23	\$ 23

ITEM (PLANOS)	BASE SUPERIOR		unidad	total
------------------	---------------	--	--------	-------

ITEM 30	Platina ASTM-A36	1	1200 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 30	\$ 30
ITEM 31	Platina ASTM-A36	1	930 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 23,25	\$ 23,25
ITEM 32	Platina en ángulo ASTM-A36	1	1030 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 25,75	\$ 25,75
ITEM 33	Platina en ángulo ASTM-A36	1	1030 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 25,75	\$ 25,75
ITEM 34	Platina ASTM-A36	1	490 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 12,25	\$ 12,25
ITEM 35	Platina ASTM-A36	1	490 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 12,25	\$ 12,25
ITEM 36	Platina en ángulo ASTM-A36	1	490 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 12,25	\$ 12,25
ITEM 37	Platina en ángulo ASTM-A36	1	490 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 12,25	\$ 12,25
ITEM 38	Platina en ángulo ASTM-A36	1	525 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 13,13	\$ 13,13
ITEM 39	Platina en ángulo ASTM-A36	1	525 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 13,13	\$ 13,13
ITEM 40	Platina ASTM-A36	1	185 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 4,63	\$ 4,63
ITEM 41	Platina ASTM-A36	1	185 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 4,63	\$ 4,63
ITEM 42	Platina ASTM-A36	1	550 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 13,75	\$ 13,75
ITEM 43	Platina ASTM-A36	1	510 mm x 50 mm e= 15 mm	\$ 12,75	\$ 12,75
ITEM 44	soporte ASTM-A36	1	Ø54 mm x 270 mm	\$ 30	\$ 30
ITEM 45	soporte ASTM-A36	1	Ø54 mm x 270 mm	\$ 30	\$ 30
			TOTAL		\$ 700,31

Fuente: Los Autores

Tabla 4.1 Costos de materiales empleados

4.2 COSTO DEL SISTEMA HIDRAULICO

Denominación	Cant.	Esp. Técnicas	Costo (Dolares)	
			Unidad	Total
Unidad Hidráulica Industrial	1		\$ 2.100	\$ 2.100
Racorería	1			
Mangueras	1			
Motor Siemens	1	110v		
Bomba Hidráulica	1	0,7 GPM		
Tanque	1	5gal		
TOTAL				\$ 2.100

Fuente: Los Autores

Tabla 4.2 Costo del sistema hidráulico

4.3 COSTOS DE INSUMOS INDIRECTOS

Denominación	Cant.	Esp. Técnicas	Costo (Usd.)	
			Unidad	Total
Pintura	4 lt.	Fondo	6,5	26
Pintura	4 lt.	Sintético	8	32
Thinner	5 lt	Laca	2,25	13,5
Waype	10	lana	0,15	1,5
TOTAL				\$ 73

Fuente: Los Autores

Tabla 4.3 Costos de insumos indirectos

4.4 COSTOS DE MAQUINARIA

Para el cálculo de los costos de maquinaria se toma en cuenta la maquina utilizada y el tiempo empleado para mecanizar cada uno de los elementos de este elevador hidráulico.

Descripción	Cant.	Torno (h)	Taladro (h)	Suelda (h)	Pintura (h)	cortadora (h)
Base inferior con cada uno de sus elementos.	1	2,5		6	4	4,5
Base superior con cada uno de sus elementos.	1		1	3	3	1,5
Platinas uniones entre base inferior y base superior	1		2,5	3	3	3,5
Seguros entre platinas	2		0,5	1	1	0,6
Seguro principal	1		0,3	1	1	0,4
Soportes avión	3	3	1,5	2	2	0,5
TOTAL		5,5	5,8	16	14	11

Maquina	Costo hora/ maquina	Total horas	Subtotal (Dólares)
Torno	\$ 11,00	5,5	\$ 60,50
Suelda MIG	\$ 8,00	16	\$ 128
Pintura	\$ 10,00	14	\$ 140
Cortadora	\$ 10,00	11	\$ 110
Taladro	\$ 10,00	5,8	\$ 58
Esmerilado	\$ 8,00	4	\$ 32
	TOTAL (DOLARES)		\$ 528,50

Fuente: Los Autores

Tabla 4.4 Costo de maquinaria

4.5 COSTOS DE MANO DE OBRA

Para el costo de los salarios se tiene en cuenta el fijado por el ministerio de trabajo, en nuestro caso el sector industrial para la fabricación de productos mecánicos estructurales y el tiempo que se requiere en elaborar cada pieza del sistema.

Tipo de trabajo		Salario Mensual (Dolares)	Hora / Trabajo (Dolares)	Horas de Trabajo (h)	Costo Mano de Obra (Dolares)
Tornero (Técnico)		\$ 292,00	\$ 1,52	5,5	\$ 8,36
Soldador (Técnico)		\$ 280,50	\$ 1,46	16	\$ 23,36
Ayudante Soldador		\$ 264,00	\$ 1,37	16	\$ 21,92
Esmerilador		\$ 264,00	\$ 1,37	4	\$ 5,48
Taladrador		\$ 264,00	\$ 1,37	5,8	\$ 7,94
Ensamble	soldador	\$ 280,50	\$ 1,46	8	\$ 11,68
	Ayudante	\$ 264,00	\$ 1,37	8	\$ 10,96
Pintor		\$ 264,00	\$ 1,37	14	\$ 19,18
COSTO TOTAL MANO DE OBRA					\$ 108,88

Fuente: Los Autores

Tabla 4.5 Costos de mano de obra

4.6 COSTOS TOTALES

Descripción	Costo (Dolares)
Costo Materiales Normalizados	\$ 700,31
Costo Sistema Hidráulico	\$ 2.100
Costo Insumos Indirectos	\$ 73
Costo Maquinaria	\$ 528,50
Costo Mano de obra	\$ 108,88
TOTAL	\$ 3.510,69

Fuente: Los Autores

Tabla 4.6 Costos Totales

4.7 OTROS RUBROS

En estos casos se incluyen los imprevistos y otros valores como diseño, impresiones, movilizaciones, etc. Lo cual nos da un valor del 10% de la suma de los costos directos e indirectos.

$$\text{Otros rubros} = \text{costo} \times 10\%$$

$$\text{Otros rubros} = 3.510,69 \text{ USD} \times 10\%$$

$$\text{Otros rubros} = 351,069 \text{ USD}$$

4.8 COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION

El costo final está dado por la suma de los valores antes calculados más el iva.

Descripción	Costo (Dolares)
Costo Total	\$ 3.510,69
Costo Rubros	\$ 351,07
IVA 12%	\$ 463,41
COSTO TOTAL DE LA CONSTRUCCION	\$ 4.325,17

Fuente: Los Autores

Tabla 4.7 Costo total de la construcción

CAPITULO V

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Antes de utilizar la máquina, lea completamente este manual y respete todas las indicaciones, caso contrario la máquina podría averiarse y podrían producirse accidentes.

5.1 MANUAL DE OPERACIÓN

El sistema de la cama hidráulica automatizada consiste de un equipo hidráulico compuesto de en un motor eléctrico siemens de 1/2Hp de potencia y 110 de voltaje, una bomba hidráulica de 0,7GPM y presión de 2500psi, un tanque de 5Gal, una válvula direccional manual para doble efecto, un cilindro hidráulico de 3pulgadas x12pulg carrera (35cm) doble efecto y una estructura metálica.

a. Poner en gatas el avión.

1. Anclamos la estructura metálica en la posición requerida.
2. Verificar el nivel de líquido hidráulico en el tanque.
3. Verificar que la llave de retorno se encuentre cerrada.
4. Colocar las mangueras en los acoples rápidos del cilindro hidráulico.
5. Girar el mando de dirección manual para bombear según el requerimiento.

b. Para bajar el avión.

5. Colocamos las mangueras en los acoples rápidos del cilindro hidráulico
6. Bombear para aliviar la presión en el cilindro hidráulico
7. Abrir la llave de retorno ligeramente.
8. Desanclar la estructura metálica.

5.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO

El manual de mantenimiento tiene como propósito prolongar la vida útil del sistema hidráulico y cada uno de sus componentes, de igual manera la estructura metálica, ejes y rodamientos.

A continuación se detallan algunos conceptos fundamentales para el desarrollo de este manual.

- **Mantenimiento:** lograr la vida máxima de un equipo y de cada uno de sus componentes, implementando un sistema de control estándar, como por ejemplo hojas de control mensual, semestral y anual.
- **Plan de mantenimiento:** técnica para obtener una hoja de vida propia para cada máquina, en la cual constara el tipo de mantenimiento, posibles daños, otros.
- **Mantenimiento preventivo:** ayuda a evitar que las ocurran fallas, esto se lo consigue con una planificación previa, lo cual nos servirá para evitar daños posteriores.

5.2.1 COMPROBACIONES

- Verificación de funcionamiento
- Comprobación de estado mecánico
- Comprobación de estado hidráulico
- Comprobación de estado eléctrico.

5.2.2 ACTUACIONES

Intervención sobre el sistema hidráulico y estructura metálica, a cargo de la persona calificada y capacitada para realizar el mantenimiento planificado, con lo cual se llegara a obtener un normal desempeño en su función de elevar correctamente.

5.2.3 FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO

- Mensual
- Semestral
- Anual

A continuación se describe las actividades a realizar en la hoja de mantenimiento.

HOJA DE MANTENIMIENTO				
		Frecuencia De Mantenimiento		
Item	Actividades	Mensual	Semestral	Anual
1	Realizar un chequeo físico de todo el mecanismo en busca de perfiles golpeados, soportes golpeados y pernos sueltos.	x		
2	Revisar el sistema hidráulico, verificar que el liquido este en el nivel necesario para su funcionamiento.	x		
3	Realizar un chequeo físico de todo el mecanismo en busca de cables rotos, acoples rápidos defectuosos.	x	x	
4	Verificar la movilidad de la base superior, limpieza de rodamientos.		x	
5	Comprobar la humedad, limpieza y aislamiento del sistema eléctrico tanto de la bomba, como del lugar a conectar.	x	x	
6	Revisar que el mando hidráulico este protegido del polvo y agentes líquidos.	x		
7	Revisar que las llantas no hayan sufrido daño después de ser utiliza la cama hidráulica, verificar después de aliviar el peso.		x	x
8	Revisar las soldaduras, las cuales deben permanecer intactas, pues al elevar el peso puede ocurrir movimiento entre vigas.		x	x
9	Verificar el suelo, superficie en donde se va anclar la Maquina, pues esta puede sufrir daños en sus llantas.	x	x	x
10	Repasar la pintura en los perfiles y el cilindro hidráulico			x

Fuente: Los Autores

Tabla 5.1 Hoja de mantenimiento

5.3 PROTOCOLO DE PRUEBAS

El protocolo de pruebas permite evaluar las diferentes características con las que debe cumplir el elevador hidráulico.

El protocolo para este sistema consta de los siguientes grupos de pruebas:

- Grupo de apariencia: incluye la estética, pintura, dimensionamiento del sistema del elevador hidráulico.
- Grupo de funcionamiento: elevación del avión.
- Grupo de rendimiento

GRUPO APARIENCIA	REFERENCIA	CARACTERISTICAS A VERIFICAR	FORMA DE VERIFICACION	CUMPLE
ESTETICA	Estructura fija Base Sup. Base Inf.	Estructura sin filos cortantes	visual	
	Estructura Móvil Platinas	Estructura sin filos cortantes	visual	
	Sistema Hidráulico	funcionamiento, apariencia	visual	
	Sistema Eléctrico	funcionamiento, apariencia	visual	

Fuente: Los Autores

Tabla 5.2 Protocolo de Pruebas

CONCLUSIONES

- La cama hidráulica fue diseñada bajo la idea de la automatización, lo cual permite reducir los tiempos muertos y los riesgos laborales de los técnicos, al efectuar los chequeos, reparaciones e inspecciones de mantenimiento.
- Una vez analizado los sistemas de gatas o elevadores hidráulicos, teniendo presente las características propias de nuestro proyecto, podemos decir que el diseño que nosotros planteamos es el más funcional tanto para su traslado dentro del hangar como para la movilización propia del mismo y la seguridad al elevar el avión T-34C-1.
- Además la estructura está bien definida y es la adecuada para el modelo de avión especificado anteriormente; teniendo presente que el modelo y diseño de cama hidráulica debe cumplir con especificaciones técnicas aeronáuticas.
- La estructura fue diseñada bajo la norma AISC, de las cuales, para cada uno de los elementos se hizo un análisis de cargas y esfuerzos, posteriormente se realizó una comprobación de los resultados mediante el Autocad Mechanical.
- Mediante el modelado y simulación en Autodesk Inventor de la máquina permite verificar los puntos críticos de la estructura, desplazamientos totales y el factor de seguridad de toda la máquina.
- Al realizar un análisis de costos, se determinó que el conjunto hidráulico es el más costoso, sin embargo se establece una rentabilidad de la máquina, en relación al rendimiento y eficiencia de las tareas de mantenimiento que se realizan en el avión T-34C-1.

RECOMENDACIONES

- Al momento de utilizar la máquina, realizar una previa inspección de la misma, revisar el manual de operación y mantenimiento de la misma, caso contrario la máquina podría averiarse y podrían producirse accidentes.
- La seguridad en el trabajo siempre es muy importante, en este caso particular la cama hidráulica únicamente debe ser usada para el avión T-34C-1 bajo las características establecidas, esto con la finalidad de evitar el mal uso de la máquina.
- Al momento de usar la máquina, una vez puesto en gatas el avión para tareas de mantenimiento, es recomendable desconectar la unidad hidráulica y desplazarla hasta la sección de mantenimiento hasta cuando ésta sea requerida.
- Se sugiere realizar el mantenimiento respectivo con el propósito prolongar la vida útil del sistema hidráulico y cada uno de sus componentes, de igual manera la estructura metálica, ejes y rodamientos.

FUENTES DE REFERENCIA

Bibliografía

- MOTT, Robert, **Resistencia de Materiales**, 5ta Edición, Editorial Prentice Hall, Madrid-España, 2009.
- OÑATE, Esteban, **Energía Hidráulica**, Editorial Paraninfo, Madrid-España, 1992.
- BEEHCRAFT, T-34C-1, **Maintenance Manual**, Tomo II, 1985.
- BEEHCRAFT, T-34C-1, **Aerospace Service Instructions**, Wichita Kansas USA.
- BEEHCRAFT, TURBO MENTOR, **PARTS CATALOG**, Tomo II, 1985.

WEB:

- El T-34 Tango
http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_Tango.htm
- Historia de la hidráulica - Mecánica de Fluidos y Recursos
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/historia/historiadelahidraulica/historiadelahidraulica.html>
- Cilindros hidráulicos y neumáticos
http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm
- LAGA INDUSTRIAL - Defensa: Equipos Aeronáuticos
<http://defensa.lagaindustrial.es/es/equipos-aeronauticos/gatos-hidraulicos-para-aviones-y-helicopteros>



VITOSTEEL CIA. LTDA.
 Dirección: Lagunas N65-38 y Bellavista
 Telef: 2479 788 Cel: 098046795 / 096072870 Fax: 2479 788
 E-mail: vitosteel@gmail.com - vitosteel@hotmail.com
 QUITO - ECUADOR

REPUESTOS PARA LA INDUSTRIA
 O-RINGS
 RETENEDORES
 POLIMEROS
 MANGUERAS
 HIDRÁULICA
 NEUMÁTICA

CLIENTE : REMOLQUEZ VASQUEZ	TELÉFONO : 2920-432	PROFORMA	2012-03590
ATENCIÓN : CHRISTIAN VASQUEZ		FECHA	02/02/2012
DIRECCIÓN: AV. BRASIL LOTE 103 Y ZAMORA		VALIDEZ	15 DÍAS LABOR
E-MAIL: rvescapes@hotmail.com			

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	UNIDAD HIDRÁULICA INDUSTRIAL DETALLES: TANQUE 5 GAL (NO INCLUYE ACEITE) BOMBA HIDRÁULICA 0,7 GPM PRESIÓN 2500 PSI VÁLVULA DIRECCIONAL MANUAL PARA DOBLE EFECTO RACORERÍA MANGUERAS MOTOR ELÉCTRICO 110 V SIEMENS	1	1850,00	1850,00
2	CILINDRO HIDRÁULICO 3 PULGADAS X 12 PULG CARRERA (30 CM) DOBLE EFECTO	1	475,00	475,00
SUBTOTAL				2325,00
Dcto. 8%				186,00
12% IVA				256,68
TOTAL				2395,68

OBSERVACIONES:

COND. PAGO: 100% CONTRA - ENTREGA
 ENTREGA: 4-5 DÍAS LABORABLES

Ing. José Coloma
 Asesor Técnico
 Cel: 098046795

www.vitosteel.com



VASQUEZ OBANDO CHRISTIAN FERNANDO

Av. Jaime Roldós N85-06 y Juan De La Merced
Teléfonos: 3813-823 - Quito Ecuador
E-mail: rvescapes@hotmail.com

R.U.C 1718316076001

PROFORMA

0000101

Señor (es): Raul GUANZA

Fecha: 06 - 02 - 2012

Telfs: 2417294

Dirección: AU. LOS ALGARIBOS

RUC/CI: 1702494236.

[illegible]



VASQUEZ OBANDO CHRISTIAN FERNANDO

Av. Jaime Roldós N85-06 y Juan De La Merced
Teléfonos: 3813-823 - Quito Ecuador
E-mail: rvescapes@hotmail.com

R.U.C 1718316076001

RECIBO

0000108

Señor (es): RNO - GUERRA

Fecha: 06-02-2012

Telfs: 2417 294

Dirección: AV. LOS ANGELES

RUC/CI: 1702494236

[illegible]











PLANOS

ANEXOS